

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE QUIMICA



ANALISIS ESTADISTICO PARA EL DISEÑO DEL
LABORATORIO DE CONTROL EN UNA
PLANTA DE DETERGENTES

329

M O N O G R A F I A
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
I N G E N I E R O Q U I M I C O
P R E S E N T A

FRANCISCO JAVIER SCHACHT ESCONTRIA

MEXICO, D. F.

1974



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

NO. Tesis
AÑO 1974
PUNTO MTT
PROC. MTT

301

~~301~~ 304



QUIMICA

JURADO ASIGNADO ORIGINALMENTE

PRESIDENTE	Eduardo Rojo y de Regil
VOCAL	Roberto Andrade Cruz
SECRETARIO	Ramón Arnaud Huerta
1er. SUPLENTE	José F. Guerra Recaens
2º SUPLENTE	Alberto de la Fuente Zuno

Sitio donde se desarrolló el tema:

PROCTER & GAMBLE DE MEXICO S.A. de C.V.

Sustentante:

FRANCISCO JAVIER SCHACHT ESCONTRIA

Asesor del Tema:

Ing. Ramón Arnaud Huerta.

A MIS PADRES:

Ejemplo de sacrificio
y caridad humanos.
A quienes nunca podré
pagar lo que hicieron
de mí.

A MI HERMANO:

Por su ayuda y ejemplo
intachables.

A Ma. Eugenia Salcido de Godoy

Por su entereza en la vi
da, con agradecimiento -
por su cariño.

A MIS AMIGOS.

A MI ESCUELA.

A MIS FAMILIARES.

A Ma. Eugenia:

Por todo lo que ella
merece.

I N D I C E

- CAPITULO I.- Introducción.
- CAPITULO II.- Concepto de Calidad.
 Generalidades del Control de Calidad.
- CAPITULO III.- Antecedentes Historicos.
 Origen.
 Evolución.
- CAPITULO IV Características de los Detergentes.
 Detergencia.
 Humectantes.
 Emulsionantes.
 Tensión Superficial.
 Anionicos, Catiónicos, No Ionicos.
 Formación de Micelas.
- CAPITULO V.- Balance de Materiales.
 Formulación.
 Proceso de fabricación.
 Cálculos.
 Balance Final incluyendo materiales de
 envase.
 Diagrama de Flujo.
- CAPITULO VI.- Determinación del número óptimo de muestras.
 Muestreo: Tipo de materiales por muestrear -
 de cada área.

Análisis de Materia Prima, de Control de Proceso de Producto Terminado, de Materiales de Envase.

CAPITULO VI.- Determinación del número óptimo de muestras por cada área.

Principio Estadístico.

Breve descripción de los procesos de fabricación de las materias primas.

CAPITULO VII.- Diseño del Laboratorio.

Equipo.

Métodos Analíticos.

Tiempo de duración de los métodos analíticos.

Determinación del número de analistas.

CAPITULO VIII.- Funcionamiento del Laboratorio.

Control Interno del Laboratorio.

de Equipo

de Reactivos

de Exactitud de los Analistas.

Características del personal de inspección.

Distribución del personal.

CAPITULO IX.- Costos.

CAPITULO X.- Conclusiones y Recomendaciones.

C A P I T U L O I
I N T R O D U C C I O N

Para que la ley de oferta y demanda se cumpla, el mercado debe satisfacer un conjunto de características propias de lo que se definirá como mercado de libre concurrencia.

El mercado de libre concurrencia tiene las siguientes características principales y en términos generales son:

a) Cuando el número de oferentes ó competidores es muy grande.

b) Ninguno de ellos tiene poder suficiente como para controlar la oferta y dirigir la demanda.

c) El precio se fija de común acuerdo entre el que ofrece y el que demanda. Los precios son, por tanto, variables, dependiendo de las circunstancias del mercado.

d) La competencia se hace en los precios y en la calidad.

La situación real que se encuentra en el mercado corresponde a un tipo de mercado conocido como monopolista⁽¹⁾. En estas circunstancias, el mercado no cumple con los puntos delineados brevemente en líneas anteriores y por tanto no se cumple la ley de oferta y demanda.

(1) Paul A. Samuelson
Curso de Economía Moderna
p.p. 548-551

En el mercado monopolístico son unos cuantos los competidores y pueden, por tanto, dirigir la demanda (generalmente por medio de propaganda), y controlar la oferta (generalmente controlando los volúmenes de satisfactor accesible al consumidor).

Producir lo suficiente como para satisfacer totalmente la demanda provocaría que el precio del satisfactor se estableciera en su nivel natural, o sea en el punto de justo equilibrio entre lo que se ofrece y lo que se debe recibir, lo cual representa moderadas e inclusive raquílicas ganancias para el productor.

Producir un número de satisfactores para cumplir una gran demanda provocaría una elevación del precio, con lo cual las ganancias del productor serían notables.

Entre estos dos extremos (gran número de unidades con poca ganancia por unidad y pocas unidades con gran ganancia por unidad) existe un punto óptimo o sea un volumen de producción tal que, aunque no satisfacen la total demanda del mercado, si produce la máxima ganancia para el productor.

El precio de un satisfactor no es entonces, el resultado del acuerdo entre el oferente y demandante, sino que es fijado por el oferente en el punto óptimo que rinde máximos beneficios; este es determinado como ya se señaló, por oferta controlada y demanda dirigida.

La competencia en el mercado, a parte de ocurrir en el terreno de los precios; ocurre, también en el área de la diferenciación de productos.

Se denominan diferenciación de productos a un conjunto de características o atributos (reales o ficticios) que distinguen un satisfactor de otro de la misma especie.

Indirectamente, la justificación del nivel de precio que tiene un cierto satisfactor dentro de la escala propia de su especie, es el grado de diferenciación que éste tiene con respecto a los demás.

La diferenciación de productos tiene su origen en las necesidades y gustos del consumidor. Estas necesidades o gustos se conocen y se cuantifican a través del análisis⁽²⁾ de mercado.

Por cada necesidad se da un atributo al producto, con el cual se busca dar satisfactor, más va a gustar al consumidor, pero también tendrá que pagar más para adquirirlo. Existe entonces un óptimo de atributos para cada nivel de precio.

Puesto que, en el mercado monopolístico, la competencia no se hace en el área de los precios, la competencia consistirá entonces en ofrecer un máximo de diferenciación a un mínimo precio.

El grado de calidad que se dá a un satisfactor esta íntimamente relacionado con el grado de diferenciación que éste tiene.

Controlar la calidad significa entonces controlar las operaciones involucradas en proporcionar los atributos que diferen-cían al satisfactor.

(2) Leopoldo Hurtado y Ethiel Carrera
Investigación Mercadologica
p.p. 17-22

La importancia del control de calidad es claramente evidente pues representa el éxito o fracaso durante la competencia en el mercado.

✓ El objetivo de esta monografía es diseñar un laboratorio de control de calidad aplicable en mayor o menor grado a cualquier tipo de laboratorios de otras fábricas.

Se pretende efectuar el diseño del laboratorio en base a las necesidades que la planta requiera.

Esto es, determinar la frecuencia de análisis de acuerdo a los volúmenes de materias primas recibidas, a las variaciones del proceso, al nivel de calidad del producto terminado, y de los volúmenes de materiales de envase. Hacer un estudio del tiempo de duración de estos análisis para así determinar el potencial humano requerido; nombrar brevemente el fundamento teórico de algunas de las principales técnicas de análisis, y hacer asimismo una breve descripción de los diferentes equipos necesitados.

También se hará una explicación de la función de los detergentes que aclararán la necesidad de contar con técnicas específicas analíticas.

Se mencionará el balance de materiales, así como las partes en que interviene el laboratorio durante el control del proceso.

También se mencionará aspectos generales de las funciones que efectúan los departamentos de control de calidad de las fábricas, dentro de las cuales se encuentran los laboratorios. --

Con el objeto de no perdernos en un mar de circunstancias, la monografía se desarrollará aplicándola a una fábrica de detergentes sintéticos, procurando no olvidar que las técnicas desarrolladas pueden ser aplicables a cualquier otro tipo de fábrica, haciendo, desde luego, las modificaciones pertinentes.

La Razón por la cual se escogió una fábrica de detergentes es, por que, este tipo de industria es típico de las condiciones de mercado de nuestro país, y nos dará una visión amplia de la necesidad de diseñar un laboratorio de control que ayude a la fábrica a manufacturar un satisfactor con una calidad adecuada al consumidor y a un costo de producción que permita hacer un negocio -- próspero y honrado.

C A P I T U L O II

CONCEPTO DE CALIDAD

El adjetivo⁽³⁾ "buena calidad" se da a un satisfactor cuando por la perfección de sus atributos elementales, la correcta - integración de estos al constituir la unidad y la uniformidad en - tre todas las unidades, producen en el consumidor máxima satisf--
facción.

Todo consumidor tiene el concepto de la calidad (que la - mide directamente por la satisfacción recibida) sin embargo, pa-
ra que pueda decir que tan buena o que tan mala es la calidad, -
necesita, generalmente, compararlo contra un satisfactor semejan
te.

Al consumidor le interesa entonces la calidad porque de -
ésta depende, la satisfacción de su necesidad.

A la empresa manufacturera le interesa la calidad porque-
esta es uno de los factores de mayor influencia (como ya se dijo)
en el mercado.

Para el consumidor la calidad siempre es necesaria e im--
portante; para la empresa no siempre es importante o necesaria, -
puesto que depende de las condiciones de competencia o exigencia
del consumidor.

(3) Antonio Sanchez Sanchez
La Inspección y el Control de calidad
pg. 26-27.

Si los productos manufacturados por una cierta empresa no tienen competencia, el nivel de calidad, generalmente, se reduce al mínimo necesario para que se venda. Si por el contrario, la competencia es cerrada, el nivel de calidad es elevado constante mente pues gran parte del éxito en el mercado está condicionado a su nivel de calidad.

Desde luego muchas empresas sustituyen la ausencia de competencia por la ética que tienen.

El hacer calidad involucra tres etapas:

- a) Diseño, en base a las exigencias del mercado.
- b) Manufactura, que consiste en resolver los problemas -- tecnológicos que permiten llegar a producir lo diseñado.
- c) Control de las operaciones o procesos de manufactura - que permitan producir en las cantidades necesarias, satisfactorios que cumplan con los atributos con que fueron diseñados.

Las necesidades del consumidor se pueden agrupar dentro de dos categorías; reales y psicológicas.

Ciertos atributos, generalmente de apariencia, tienen la misión exclusiva de dar satisfacción psicológica a través de hacer el producto más elegante, más funcional, más sofisticado, -- más exclusivo, etc. Los atributos que logran esto son, por ejemplo; formas, colores, letras, olores, tamaños, etc. etc.; generalmente atributos fáciles de lograr.

Las necesidades reales son satisfechas a través de un producto que de el servicio que se espera de él. Las características

que debe tener el producto para dar el servicio deseado, obviamente, son particulares del tipo de satisfactor, así un medicamento debe curar, un jabón debe limpiar, un auto transportador, etc.

Las necesidades de los consumidores se conocen y se cuantifican a través de los análisis de mercado. La empresa debe hacer el diseño del satisfactor que ha de producir, en base a los resultados de los análisis de mercado.

El diseño buscará dar al producto un conjunto de características o atributos tendientes a dar satisfacción al consumidor. El diseño empieza al hacer una clasificación, en orden de importancia, de las necesidades que se deben satisfacer con lo que se va a producir. Continúa el diseño proponiéndose un conjunto de atributos con los cuales se espera satisfacer la necesidad. Después se hace un análisis de los recursos tecnológicos con los que se cuenta para producir los atributos deseados; se calcula el costo que involucra incluir a cada uno de ellos; se hace un análisis buscando el óptimo de ganancia; y se llega finalmente al diseño, que no es otra cosa que un conjunto de especificaciones que debe cumplir el producto.

Este conjunto⁽⁴⁾ de especificaciones fundamentales dan origen a su vez, a especificaciones secundarias, que seguirán los

(4) A.V. Feienbaum
control total de la calidad pg. 187-188

diferentes aspectos involucrados en la manufactura. Dicho de otro modo el objetivo es lograr productos que satisfagan al consumidor. Un conjunto de operaciones y procesos se involucran en la manufactura de dicho satisfactor, y para lograr esto es indispensable regular, con especificaciones secundarias cada aspecto de la fabricacion.

Los procesos de fabricación involucran dos aspectos administración, y manufactura. Areas administrativas se puede señalar por ejemplo: Fig. 2:1).

Y las principales áreas de manufactura quedan indicadas en la figura 2:2

Del correcto funcionamiento de las diferentes áreas esbozadas brevemente, depende la calidad del producto final. Por lo tanto es fundamental controlar cada una de estas áreas con adecuadas normas que ya se han definido como especificaciones secundarias. Estas son el resultado de las políticas, capacidades, desarrollo, etc. propias de la empresa y de los individuos que la constituyen.

La fijación de normas reguladoras es obligación primeramente de todos los individuos que constituyen o se involucran en una área, y en segundo término, de todos los que constituyen a la empresa.

Las normas reguladoras deberán ser el resultado de la técnica, procedimiento que se puedan obtener para lograr la mayor efectividad y eficiencia en la consecución del objetivo principal de la empresa: EL PRODUCTO.

PRINCIPALES AREAS ADMINISTRATIVAS INVOLUCRADAS
EN LOS PROCESOS DE FABRICACION

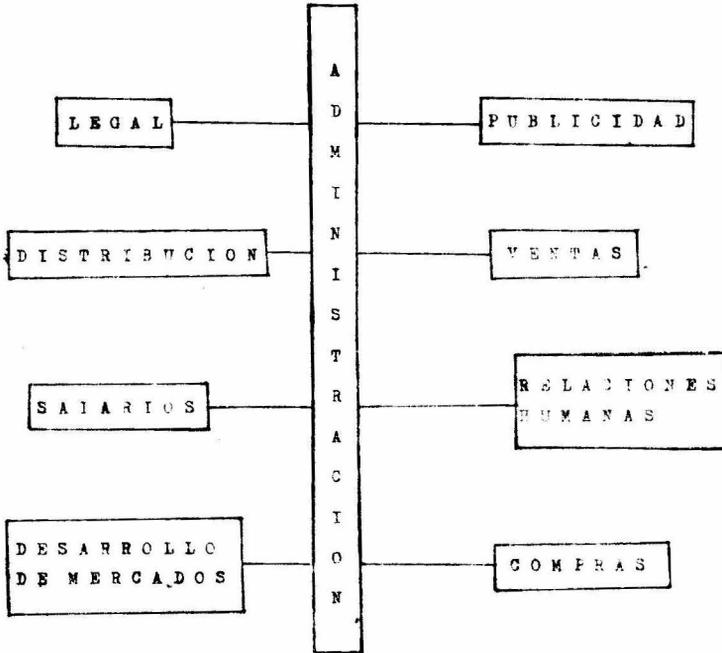


Fig. 2:1

PRINCIPALES AREAS DE MANUFACTURA

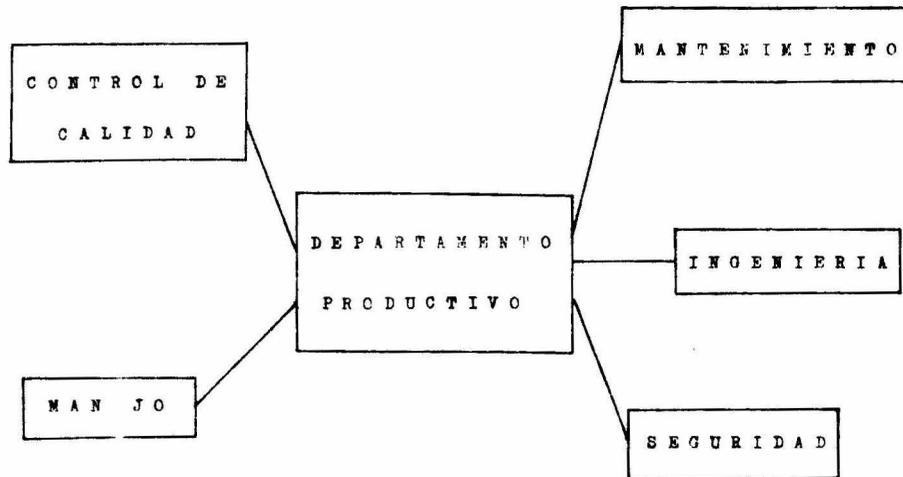


Fig. 212

La calidad del producto depende de la calidad de las normas, de la calidad de los procedimientos, de la calidad de los equipos, de la calidad de la tecnología, de la calidad de las políticas etc. pero dependerá muy primordialmente de la calidad de los individuos que constituyen la empresa. (ver figura 2:3).

El control de calidad involucra, en la concepción mas profunda que se puede ver, una actitud constante y sincera de auto-crítica que debe hacer cada individuo integrante de la empresa, pues la calidad solo puede ser hecha por hombres de calidad. Desde luego alcanzar esta situación tan ideal involucraría una serie de actitudes (empresarios y empleados, en conjunto o individualmente) y necesidades (equipo, tecnología, recursos, etc.) que hacen casi imposible alcanzar ese nivel. Sin embargo es perfectamente posible hacer control de calidad a un nivel mas práctico y menos comprometedor y para ello se necesita sujetarse a normas fundamentales:

a) Establecer especificaciones propias al momento que se vive, adecuadas a las circunstancias que se tengan, en función de lo que se desea y sobre todo que sean perfectamente alcanzables (esto no es impedimento para que cada vez se eleven aunque sea un poco).

b) Que dichas especificaciones se respeten, se cumplan al pie de la letra y si no sirven que se modifiquen, pero nunca hay que violarlas pues no hay mejor forma de destruir una norma que violándola o dando concesiones para que se viole. Las normas de-

ben prevenir, no castigar; y si no se cumplen se produce caos.

El control de calidad es entonces, sujetar los procedimientos y procesos a un conjunto de reglamentos que nos aseguren un nivel de logros. El control de calidad se debe hacer constantemente en todas las actividades de la empresa y los resultados de éste se manifiestan en la calidad del producto.

Sin embargo hablando estrictamente de la calidad del producto físico hay departamentos más involucrados que otros en la consecución de calidad en el producto; estos son: el departamento de producción y el de control de calidad.

Todos los integrantes de una empresa, como departamento o como individuos, son responsables del nivel de calidad que tienen sus productos; sin embargo se pueden distinguir niveles de responsabilidad en función de que tan involucrados estén en los resultados obtenidos.

Desde el punto de vista de la empresa, la sección de manufactura es la mas responsable de la calidad en el producto pues es ésta quien lo fabrica. Para obtener buenos niveles de calidad esta sección necesita de buenas materias primas, buenos equipos, buena tecnología, buenos diseños, buenos trabajadores, etc.

De la asignación de estas responsabilidades específicas a diferentes grupos de individuos, surgen los diferentes departamentos, que forman manufactura y que ya se bosquejó anteriormente. Queda aislado y con funciones muy específicas el departamento de producción el cual es ayudado por un grupo de departamentos -

PRINCIPALES REQUISITOS PARA LA OBTENCION DE PRODUCTO
DE CALIDAD

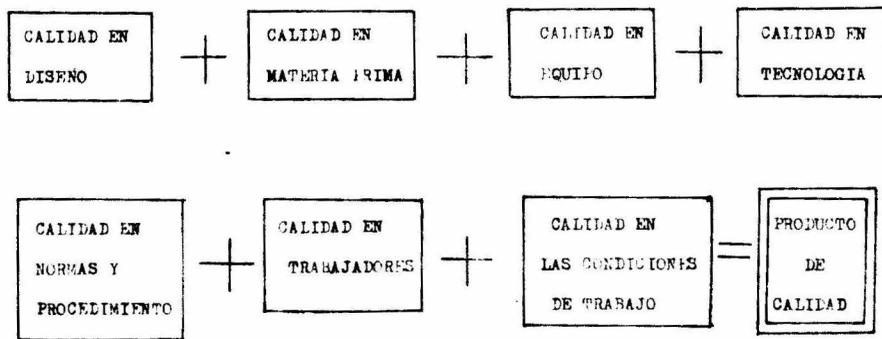


Fig: 2:3

auxiliares, los cuales, a través de sus servicios, facilitan su operación.

La función de producción es, obviamente, producir, y los departamentos auxiliares comparten la responsabilidad de producir a través de facilitar la operación, mejorando equipos, mejorando tecnología, etc. Esto conduce, en condiciones óptimas, a dejar - como responsabilidad principal de producción, el control de las operaciones que permiten la fabricación del producto.

El control de estas operaciones requiere, para poderse -- efectuar, dos cosas:

- a) Conocimiento de los factores y condiciones de operación
- b) Acción correctiva para llevar el proceso a las condiciones deseadas.

El conocimiento de las condiciones y factores involucrados en el proceso se logra a través de inspeccionarlos y medirlos.

Si el volumen de producción, si el número de factores que influyen, si la gente de que se dispone lo permiten, etc. la inspección y la medición, pueden ser hechas por el propio departamento. Si las mediciones e inspecciones requieren de técnicas con ciertos grados de dificultad, o de aparatos más o menos complicados, o en general, existen condiciones que impiden que sea el propio departamento el que mida o inspeccione, se origina un departamento auxiliar cuyo trabajo y organización se trata en esta monografía, El laboratorio Analítico como parte integrante del control de calidad.

Se entiende como control de calidad un conjunto de técnicas y operaciones de cuya aplicación se obtiene la información necesaria para mantener un proceso o actividad variable, dentro de ciertos límites deseados.

El departamento de control de calidad es el grupo de individuos que tienen como obligación obtener la información y ayudar en todo lo asignado, para mantener los factores involucrados en la manufactura dentro de los límites de control.

Es conveniente señalar que, de los resultados obtenidos por control de calidad se puede motivar una acción de control para muchos factores involucrados, pero el control en sí, no lo puede hacer este departamento. El control siempre lo hace producción; y desde luego muchas veces aunque no siempre, en base a los datos proporcionados por control de calidad.

Las obligaciones del departamento de control de calidad son:

- a) Medir e inspeccionar
- b) Informar
- c) Mantener historiales
- d) Promover la motivación hacia la calidad
- e) Cooperar en lo que sea necesario.

Los puntos d y e son aspectos circunstanciales característicos de cada empresa; por esta razón son tratados muy brevemente a los capítulos finales.

Los puntos a, b, c, son la razón y el objetivo de esta --
monografía.

C A P I T U L O III

ANTECEDENTES HISTORICOS

DETERGENTES SINTETICOS.

Desde hace algunos años se encuentran en el mercado, infinidad de productos, tanto para uso industrial como para uso doméstico, conocidos con el nombre común de "Detergentes Sintéticos".

Aunque estos productos son también jabones, su constitución química les hace exhibir características especiales que no poseen los productos comunmente conocidos como "jabones". Así pues, el termino "Detergentes Sintéticos", se emplea actualmente para establecer diferencias entre ellos.

Reciben el nombre de jabones las sales alcalinas de los ácidos grasos superiores, las mas empleadas son las de sodio, y, también las de potasio, más blandas y más solubles, se usan con fines especiales. Los jabones, en vista de su constitución química, presentan ciertas características, tales como el de ser insolubles en soluciones ácidas y el de carecer de resistencia en las aguas duras, que contienen iones, calcio y magnesio, con los cuales forman compuestos insolubles, por lo cual los jabones pierden su principal efecto que es el de lavar.

Como consecuencia de ésto, numerosos investigadores se dieron a la tarea de encontrar productos que carecieran de estos inconvenientes, de esta manera surgieron numerosos nombres ilustres que participaron en la creación y desarrollo de esta parte tan importante de la Industria Moderna. Así Fremm en 1831 sulfo-

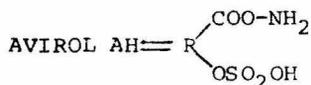
nó aceite de oliva y aceite de almendras. Runge en 1834 los neutralizó y encontró que estos productos, así obtenidos daban resultados más satisfactorios que los anteriores.

Hacia 1860 se prepararon ya, compuestos capaces de sustituir al jabón. Esta clase de compuestos eran aceites sulfonados (Propiamente sulfatados) obtenidos de tratar con ácido sulfúrico concentrado, aceites no saturados, tales como aceite de ricino, de oliva, (aceite de $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_5\text{CH}=\text{CH}_2\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$ Rojo-Turco). etc.



El aceite de ricino sulfonado, ha sido usado desde 1875 - en la industria textil, y por 1890 se usó no tan sólo en aquella industria, sino también en otras muchas, pero principalmente en la industria de la curtiduría.

Estos nuevos productos tenían buena penetración, buena -- resistencia a los ácidos, aunque seguían con el inconveniente de no ser muy resistentes a las aguas duras. Entonces se trató de mejorar este defecto y encontraron que el grupo COOH es el responsable de la formación de sales insolubles, entonces bloquearon - este grupo y resultaron así productos como el AVIROL AH (BOEHME - FETTCHEMIC), el cual es un éster sulfúrico del éster butílico del ácido ricinoleico. Quedando en esta forma, estable frente a los ácidos.



Sin embargo no fué hasta la guerra mundial de 1914-1918-- en que los "Detergentes Sintéticos" tuvieron una gran demanda y fueron producidos en enormes cantidades, no tan solo para usos - industriales, sino también para usos domésticos.

En efecto y con motivo de la situación que vivía, produc- to de la guerra, Alemania se vió en la necesidad de fabricar jabones sintéticos que sustituyeran a los elaborados con aceites, - asi, en 1916 se patentó en este país con el número 336558 el pri- mer detergente sintético verdadero: el DIISOPROPILNAFTALEN SULFO NATO DE SODIO.

Después de la guerra mundial antes dicha, Alemania conti- nuó desarrollando y explorando en el amplio campo de los Deter- gentes Sintéticos, principalmente en los alquil-aril-sulfonatos, y desde 1925 abarcaron también los detergentes aminados, tipo -- IGEPON T. Paralelamente a este país, Estados Unidos, en América, desarrollaba una serie de trabajos, encaminados a elaborar y per- feccionar estos productos.

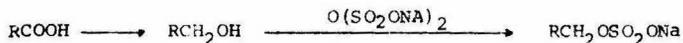
En 1930 se hizo posible la explotación económica de estos productos, gracias a la reducción de ácidos grasos a alcoholes - con hidrógeno por medio de altas presiones y usando óxidos de co- bre y cromo como catalizadores.

Sin embargo, el precio de estos productos aunque bajo, se- guía siendo alto, principalmente para el uso doméstico.

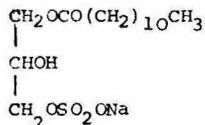
En la década 1930-1940, aparecieron en el mercado diversos detergentes, tales como el NACCONOL/NR, el ARTYC SYNTEX T, y ---

otros varios, tanto de fabricación americana, como alemana.

Hacia 1930 se introdujo en Alemania un tipo de detergentes (gardinol, dreft, drene, modinal) formados principalmente por sulfatos de los alcoholes de larga cadena que se separan por hidrogenación de las grasas:



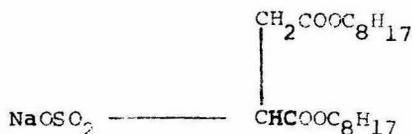
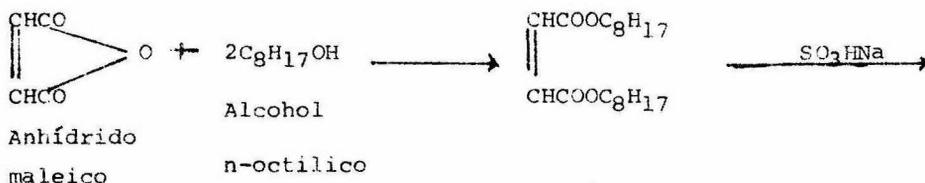
Los más empleados son aquellos que contienen de 10 a 14 átomos de carbono y que se obtienen de los aceites de coco, babassu o semilla de palma. Son muchos más resistentes al agua dura y, puesto que la diferencia con el jabón estriba en que son sales de los ácidos fuertes, resultan más estables en soluciones de pH bajo. Existen detergentes no jabonosos muy buenos, constituidas por sales sódicas de monosulfatos de monoglicéridos. Un representante típico de este grupo es el denominado syntex M:



(5) Monolauril-gliceril-sulfato de sodio (syntex M)

Los ésteres sulfúricos de los alcoholes secundarios tienen características humectantes muy acusadas. En este caso, el grupo solubilizante está situado hacia el centro de la cadena, como se indica en la fórmula II correspondiente a un miembro típico de esta serie, el aerosol OT. Para prepararlo se hace reaccionar el

alcohol adecuado con anhídrido maleico y se adiciona bisulfito - de sodio al doble enlace:



Sodio-sulfosuccinato de dioctilo (aereosol OT) II

Recientemente se han introducido en los Estados Unidos alcohil-aril-sulfonato de sodio del tipo $\text{R}_\text{Ar}\text{-SO}_3\text{Na}$ (nacconol, lanitol, neopermin, santomerase). Se fabrican en grandes cantidades y a precios bajos que compiten con el jabón, porque los radicales alchilo de largas cadenas se obtienen del petróleo. El proceso de manufactura consiste en clorar una fracción querosénica, condensar un hidrocarburo aromático, y sulfonar el núcleo. Los alcohil-sulfonatos, RSO_3Na , se obtienen por hidrólisis alcalina de los cloruros de sulfonilo resultantes de la acción del dióxido de azufre y el cloro sobre los hidrocarburos del petróleo, sometidos a la luz; la detergencia óptima se encuentra entre C_{13} y C_{18} , y los miembros superiores se utilizan en el acabado de textiles.

Finalmente con el aprovechamiento de fracciones querosénicas obtenidas en las refinerías petrolíferas, se hizo al fin posible que los Detergentes Sintéticos para uso industrial y doméstico, tuvieran un precio accesible originando esto que su elaboración alcanzara elevadas cifras.

Actualmente se siguen investigando y ensayando nuevas --- técnicas con el objeto de mejorar los productos, por lo que es - de esperar que en los años venideros se vean en el mercado más y mejores Detergentes Sintéticos.

C A P I T U L O I V

CARACTERISTICAS DE LOS DETERGENTES

Detergente es una sustancia que tiene la propiedad de separar las partículas de suciedad adheridas a un cuerpo y de conservarlas luego en disolución o suspensión. Muchas materias naturales son detergentes (palos de jabón, bilis, etc.). Pero suele darse este nombre a los numerosos productos artificiales fabricados a partir de cuerpos grasos o de hidrocarburos y que, según las aplicaciones se usan por las propiedades emulsionantes, dispersantes, disolventes, humectantes o espumantes.

Los emulsionantes son compuestos que hacen bajar la tensión interfacial y que, a demás, forman alrededor de cada gotita de líquido una partícula protectora que tiende a estabilizar la emulsión.

El poder dispersante es el grado en que ciertas sustancias provocan la suspensión de partículas sólidas en el seno de un gas, un líquido, o un sólido en fase líquida.

Humectante es la sustancia que al ser agregada a un líquido confiere al mismo la propiedad de mojar un sólido con mayor facilidad que en el estado puro, o a un polvo la de dispersar mejor sus partículas en un líquido.

Los humectantes tienen por efecto disminuir la tensión superficial de las disoluciones. Algunos de ellos son grasos; aceite de lino y de ricino, esencia de pino, lecitina, etc.

Representa importante papel el poder humectante de los de tergentes, los cuales al ser disueltos en agua, multiplican por cinco el poder penetrante de la misma, por ejemplo, en los tejidos.

Es bien sabido que existen fuerzas atractivas de Van de Waals de corto alcance entre las moléculas y que éstas son responsables de la existencia del estado líquido. Los fenómenos de ten sión superficial o interfacial se pueden explicar en función de estas fuerzas. Las moléculas que están situadas en el seno de un líquido están sometidas a fuerzas iguales de atracción en todas direcciones, mientras que las que están situadas, en una interfa se por ejemplo líquido-aire, experimentan fuerzas atractivas no equilibradas con un empuje resultante hacia el interior. Tantas moléculas como sea posible abandonarán la superficie para pasar al interior del líquido, con lo cual la superficie tenderá a con traerse espontáneamente. Por esta razón las gotas de líquido y las burbujas de gas tienden a tomar una forma esférica.

La tensión superficial γ de un líquido se define como la fuerza en dinas que actúa perpendicular a cualquier línea en 1 cm. de longitud en la superficie del líquido y tiene las unida des de dinas/cm. La energía libre superficial de un líquido se define como el trabajo en ergios para aumentar en 1 cm² la super ficie de un líquido y tiene las unidades equivalentes dimensionalmente a ergio/cm² La tensión y la energía libre superficiales -- son únicamente iguales, siempre que la viscosidad del líquido ~~no~~

sea demasiado grande. Las mismas consideraciones valen para las interfaces entre líquidos no miscibles, de nuevo hay un desequilibrio de fuerzas intermoleculares, pero de magnitud inferior. Las tensiones interfaciales normalmente tienen valores situados entre los de las tensiones superficiales de los dos líquidos en cuestión.

Lo dicho hasta ahora presupone una situación estática. Sin embargo una superficie de líquido aparentemente tranquila está en un estado de extraordinaria turbulencia a escala molecular como consecuencia del tráfico en dos direcciones entre el seno del líquido y la superficie y entre la superficie y la fase vapor. El promedio de la vida media de una molécula en la superficie de un líquido es de alrededor de una millonésima de segundo.

La tensión superficial de la mayoría de los líquidos disminuye al aumentar la temperatura de modo prácticamente lineal, excepto en el caso de algunos metales, y se hace muy pequeña en la región de la temperatura crítica, cuando las fuerzas intermoleculares de cohesión tienden a cero.

Se han propuesto varias ecuaciones empíricas que relacionan la tensión superficial y la temperatura, de las cuales la más satisfactoria es la de Ramsay y Shields: (6)

$$\gamma (M_x/\rho)^{2/3} = k(t_c - t - b)$$

(6) Samuel H. Maron, C.F. Pruton
Principles of Physical Chemistry pg. 805

M = Masa molecular del líquido.

ρ = densidad

x = grado de asociación.

t_c = temperatura crítica.

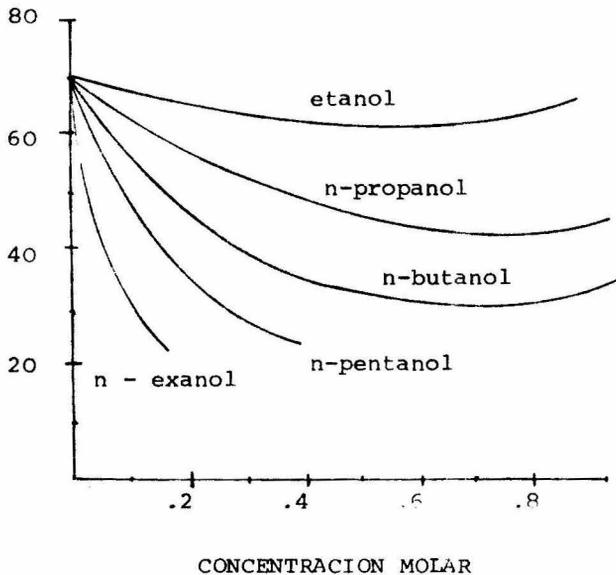
Las sustancias tales como ácidos grasos y alcoholes de cadena corta son solubles tanto en agua como en hidrocarburos. La parte hidrocarbonada de la molécula les confiere su solubilidad en el aceite, mientras que el grupo $-\text{COOH}$ o $-\text{OH}$ polar tiene la suficiente afinidad con el agua para solubilizar una cadena corta no polar y formar disoluciones acuosas. Si estas moléculas se sitúan en una interfase aire-agua o aceite-agua, se colocan con sus grupos hidrofílicos en la fase acuosa y dejan que las colas hidrocarbonadas hidrofóbicas escapen a la fase vapor o aceite. Esta situación es energéticamente mas favorable que la disolución completa en cualquiera de las dos fases.

La fuerte adsorción de estas sustancias a las superficies o interfases en forma de una capa monomolecular orientada se llama actividad superficial. Las sustancias con actividad superficial o surfactantes son moléculas que tienen partes polares y no polares (anfifílicas). La actividad superficial es un fenómeno dinámico, puesto que el estado final de una superficie o interfa se representa un equilibrio entre estas tendencias a la adsorción

y la tendencia hacia la disolución completa debido a la agitación térmica de las moléculas.

La tendencia de las moléculas surfactantes a acumularse en la interfase favorece una expansión de la misma, lo cual ha de ser contrareestado por la tendencia de la interfase a contraerse bajo las fuerzas normales de la tensión interfacial.

Tensión superficial de dislocuiones acuosas de alcoholes - a 20°C



FUENTE: Introducción a la química de Superficies y coloides D.J. SHAW pg. 68.

Si π es la presión expansiva (presión superficial) de una capa adsorbida de surfactante, y la tensión superficial o (interfacial) vendrá disminuida hasta un valor:

$$\gamma = \gamma_0 - \pi$$

La gráfica anterior muestra el efecto de los primeros términos de la serie homóloga de alcoholes grasos sobre la tensión superficial del agua. Cuanto mayor es la cadena hidrocarbonada - mayor es la tendencia de las moléculas del alcohol a adsorberse en la superficie aire-agua y, por tanto a disminuir el valor de la tensión superficial. Una generalización aproximada conocida como regla de Tranbe, indica que para una serie homóloga determinada de surfactantes, la concentración necesaria para la misma disminución de la tensión superficial, disminuye por un factor de alrededor de tres por cada grupo $-\text{CH}_2-$ adicionado. Si la tensión superficial entre dos líquidos se hace lo suficientemente pequeña por adición de un surfactante, tendrá lugar fácilmente una emulsificación, porque sólo requerirá un aumento de energía libre superficial relativamente pequeño. Si $\pi \approx \gamma_0$ los dos líquidos se hacen miscibles o tiene lugar una emulsificación espontánea. En algunos casos, tales como disoluciones de electrolitos, azúcares, etc. se observan pequeños aumentos en la tensión superficial, debido a una adsorción negativa. En estos casos -- debido a que las fuerzas de atracción soluto-disolvente son mayores que los correspondientes disolvente-disolvente, las moléculas de soluto tienden a abandonar la superficie y pasar al seno del líquido.

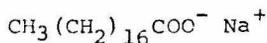
La formación de una capa superficial adsorbida no es un proceso instantáneo, sino que viene regido por la velocidad de difusión del surfactante hacia la interfase a través de la disolución. En casos extremos de moléculas grandes asimétricas, pueden necesitarse varias horas para que una disolución de surfactante alcance su tensión superficial final, especialmente si se trata de disoluciones diluídas.

La parte hidrofílica de los surfactantes mas efectivos, como por ejemplo, jabones, detergentes sintéticos y tintes generalmente es un grupo iónico. Los iones tienen una fuerte afinidad por el agua debido a su atracción electrostática por los dipolos del agua y son capaces de solubilizar cadenas de hidrocarburos bastante largas; por ejemplo, el ácido palmítico, que está virtualmente en forma no iónica, es insoluble en agua, mientras que el palmitato de sodio, que se ioniza casi por completo, es perfectamente soluble.

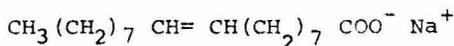
Los surfactantes se clasifican en aniónicos, catiónicos y no-iónicos, según la carga que tenga la parte con actividad superficial de la molécula. En la siguiente tabla damos algunos ejemplos comunes: (7)

ANIONICOS

Estearato de sodio



Oleato de sodio



(7) A. Davidsohn, B.M. Mildwisky
Synthetic Detergents
pg. 13-15

Dodecil sulfato de sodio	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{11} \text{SO}_4^- \text{Na}^+$
Dodecil bencen sulfonato de sodio	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{11}\text{C}_6\text{H}_4 \text{SO}_3^- \text{Na}^+$

CATIONICOS

Clorhidrato de laurilamina	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{11} \text{NH}_3^+ \text{Cl}^-$
Bromuro de cetil-trimetil amonio	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{15} \text{N}(\text{CH}_3)_3^+ \text{Br}^-$

NO IONICOS

Oxidos de polietileno	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_7 \text{C}_6\text{H}_4(\text{O CH}_2 \text{CH}_2)_8 \text{OH}$
-----------------------	--

Las disoluciones de sustancias con actividad superficial alta presentan propiedades físicas especiales. En soluciones diluidas actúan como electrolitos normales, pero a concentraciones bastante bien definidas tienen lugar cambios bruscos en varias de sus propiedades físicas, tales como la turbidez, presión osmótica, conductividad eléctrica y tensión superficial. El grado en que la presión osmótica aumenta con la concentración se hace anormalmente bajo, lo cual sugiere que está teniendo lugar una asociación molecular; sin embargo la conductividad eléctrica permanece relativamente alta, lo cual indica que persiste la disociación iónica. (8)

(8) Samuel H. Maron, C.F. Pruton
principles of. physical chemistry
pg. 837.

Mc Bain señaló que este comportamiento aparentemente anormal se podía explicar suponiendo la existencia de agregados organizados, o micelas, de los iones del surfactante en los que las cadenas liofóbicas hidrocarbonadas se orientan hacia el interior de la micela, mientras que los grupos hidrofílicos quedan en contacto con el medio acuoso. La concentración por encima de la cual empieza a apreciarse la existencia de micelas se llama concentración micelar crítica (c.m.c.)

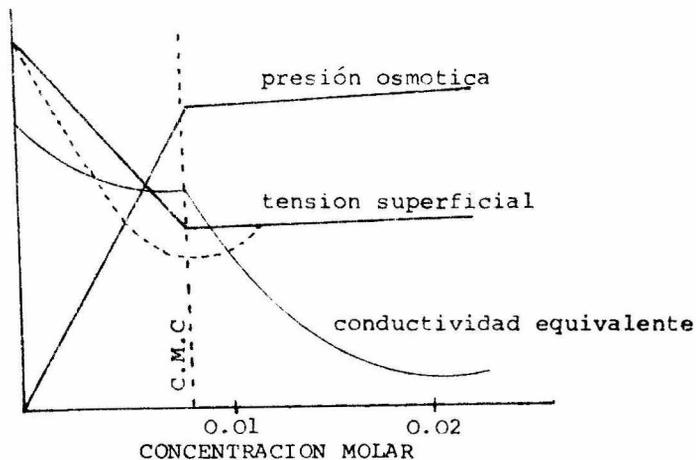
La formación de micelas es, por tanto, otro mecanismo distinto a la adsorción, por el cual puede disminuir la energía interfacial de una disolución de surfactante. La agitación térmica y la repulsión electrostática entre las cabezas cargadas en la superficie de la micela se oponen a esta tendencia a agregarse. Por consiguiente cabe esperar una disminución en la concentración micelar crítica debido a:

1).- Aumento en la parte hidrofóbica de las moléculas del surfactante. Para una serie homóloga cada grupo $-CH_2-$ añadido hace que la c.m.c. se haga a la mitad.

2).- Temperatura bajas. La c.m.c. del dodecil sulfato de sodio en agua presenta un mínimo al rededor de $25^{\circ}C$. Por debajo de esta temperatura los efectos entrópicos comienzan a ser relativamente importantes.

3).- La adición de sales reducen las fuerzas repulsivas mencionadas por su acción de "apantallamiento". Muchos surfactantes no iónicos también forman micelas, frecuentemente a concentraciones muy bajas.

PROPIEDADES FÍSICAS DE DISOLUCIONES DE DODECIL SULFATO DE SODIO



FUENTE: Introducción a la química de superficies y coloides D.J. Shaw pg. 75.

La teoría micelar se ha desarrollado de un modo incierto-- y en algunos casos es discutible todavía. Hartley propuso para -- las micelas, una forma esférica y sugirió que éstas son fundamen-- talmente gotitas de dimensiones coloidales con los grupos carga-- dos en la superficie. La mayor parte de los datos experimentales-- que se tienen apoyan este modelo. Además de esta hipótesis Mc --- Bain creía que también existe una forma laminar, y Harkins consi-- deró la posibilidad de que hubiera micelas cilíndricas.

Algunos de los datos experimentales que apoyan la existen-- cia de micelas líquidas esféricas se pueden resumir como sigue:

a).- Las concentraciones micelares críticas dependen casi-- por completo de la naturaleza de la parte liofílica del surfactan-- te. Si la estructura micelar implicase algún tipo de estructura -

cristalina, cabría esperar que el grupo de cabeza hidrofílico tuviera también importancia.

b).- Las micelas⁽⁹⁾ tienen un tamaño fijo determinado, --- que depende casi exclusivamente de la naturaleza de la parte hidrofílica de las moléculas. Según esto el radio de las micelas esféricas deberá ser un poco menor que la longitud de las cadenas constituyentes; si esto no fuera así, las cadenas hidrocarbonadas estarían enrolladas o la micela habría de tener o un agujero o un grupo iónico en el centro. Por difusión y dispersión a la luz se han calculado los radios de algunas micelas y los resultados apoyan esta hipótesis. Para surfactantes de cadena derecha, el número de unidades monómero por micela, "m", y el número de átomos de carbono por cadena hidrocarbonada, "n", están relacionados aproximadamente como sigue:

n = 12	m = 32
14	46
16	60
18	78

c).- Las disoluciones de surfactante por encima de c.m.c. pueden solubilizar otras sustancias orgánicas insolubles incorpo-

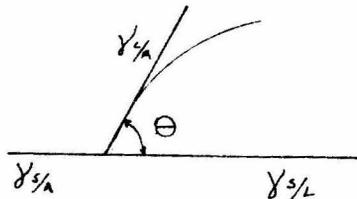
(9) Duncan J. Shaw
Introducción a la Química de Superficies y coloides
pg. 76-79

rándolas dentro de las micelas; por ejemplo, el colorante xilenol naranja se disuelve muy poco en agua pura, pero da una disolución roja cuando tiene dodecil sulfato de sodio. La solubilización no tendría lugar si la micela fuera sólida, por razones de difusión. La teoría de micela laminar supone que las moléculas del surfac-- tante se organizan de una forma de una doble capa con las cabezas hacia afuera. Este modelo se aceptó durante algún tiempo, funda-- mentalmente con los resultados obtenidos por rayos X. Cuando un-- rayo monocromático de esta radiación atravieza una película delga da de disolución de jabón, se observan figuras de difracción, que al interpretarse según la ecuación de Bragg, daba unos espaciados entre moléculas que estaban de acuerdo con lo que cabría esperar-- en una micela laminar. Al añadir una sustancia soluble en aceite, tal como el benceno, se observa un aumento en el espaciado largo-- que se explicaba por una solubilización en forma de una película-- delgada entre las capas de micela.

Sin embargo, la teoría laminar presenta el inconveniente - de que no proporciona un mecanismo por el cual el tamaño de las - micelas puede ser limitado; de hecho, desde un punto de vista ter modinámico, las micelas laminares deberían tender a hacerse de ta maño infinito para disminuir la importancia de la energía inter-- facial en los bordes hidrocarbonados. La micela esférica permite-- una eliminación casi total de esta energía interfacial. Además, - actualmente se ha visto que los resultados de rayos X son ambi--- guos, puesto que también pueden atribuirse a una cierta proporción

de ordenación de largo alcance de micelas esféricas producida por fuerzas electrostáticas repulsivas. Si existen micelas laminares- tan solo es en disoluciones concentradas; los resultados de birrefringencia parecen apoyar esta hipótesis.

Cuando se coloca una gota de líquido sobre una superficie-sólida plana, puede extenderse completamente, sobre la superficie o lo que es más probable, permanece como tal la gota con un ángulo de contacto definido con la superficie sólida.



Suponiendo, que las distintas fuerzas superficiales puedan representarse por las tensiones superficiales que actúan en la dirección de las superficies, se obtiene, igualando los componentes horizontales de estas tensiones, la expresión.

$$\gamma_{S/A} = \gamma_{S/L} + \gamma_{L/A} \cos \theta$$

(El trabajo de adhesión entre dos líquidos inmiscibles es igual al trabajo necesario para separar 1 cm^2 de la interfase líquido-líquido y formar dos interfasas líquido-aire separadas. Se calcula por la ecuación de Dupre $w_a = \gamma_A + \gamma_B - \gamma_{A/B}$

(10) Combinando ahora la ecuación de Dupre tenemos:

(10) Duncan J. Shaw
Introducción a la Química de superficies y coloides pg. 106

$$W_{S/L} = \gamma_{L/A} (1 + \cos \theta)$$

Que se conoce como ecuación de Young. Según esto se obtiene un ángulo de contacto como cuando las fuerzas de atracción entre el líquido y el sólido son iguales o mayores que los que hay entre líquido y líquido y el ángulo de contacto tomará un valor determinado cuando la cohesión en el líquido es mayor que la adhesión al sólido.

El sólido se moja completamente por el líquido si el ángulo de contacto es cero y sólo lo hace parcialmente si no lo es. Una ausencia completa de mojado implica un ángulo de contacto de 180° , lo cual es una situación poco real, puesto que requiere que bien $W_{S/L} = 0$ o que $\gamma_{L/A} = \infty$ por ejemplo las gotitas de agua se adhieren algo a una superficie de parafina (θ es casi 110°). Algunos autores relacionan directamente $\theta < 90^\circ$ con el mojado y $\theta > 90^\circ$ con el no mojado, con el fin de mantenerse de acuerdo con las experiencias visuales; pero no es completamente satisfactorio.

El ángulo de contacto entre agua y vidrio aumenta considerablemente si éste tiene absorbido incluso menos de una monocapa de un material tal como un ácido graso. El valor de $W_{S/L}$ disminuye puesto que parte de la interfase vidrio-agua queda sustituido por interfase hidrocarburo-agua y, por tanto, según la ecuación de Young, aumenta. La extensión de agua sobre una superficie sólido-hidrofóbica se favorece considerablemente si se añaden agentes con

actividad superficial, ya que W_s/l aumenta y $\gamma/l/a$ disminuye -- con lo cual, de acuerdo con la ecuación de Young, Θ disminuye -- por los dos conceptos.

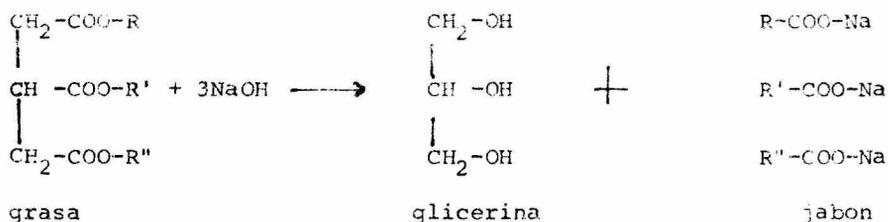
La rugosidad de la superficie hace que el ángulo de contacto se aleje más del valor de 90° . Si Θ es menor de 90° , el líquido penetra y llena la mayoría de los huecos y poros del sólido, - con lo que se forma una superficie plana, que realmente es, en parte sólida y en parte líquida y como el líquido tiene un valor de Θ cero respecto al líquido, el ángulo Θ restante disminuirá. -- Por otra parte, si Θ es mayor que 90° , el líquido no penetrará en los poros u oquedades del sólido y puede considerarse que descansa sobre una superficie plana que es, en parte sólida y en parte aire. Puesto que no hay prácticamente ninguna adhesión entre el líquido y el aire de los poros, Θ aumentará. La rugosidad de la superficie es posiblemente una causa de la histéresis del ángulo de contacto. Las sustancias con actividad superficial se usan como agentes humectantes o de mojado en muchos casos prácticos. Por ejemplo, en los baños de ganado y en la aplicación de pulverizaciones de insecticidas en ganadería y agricultura las superficies en cuestión normalmente son grasientas o como enceradas, con lo que presentan unas condiciones desfavorables para que la superficie se cubra, a menos de que se incorpore un agente humectante -- que favorezca al mojado. Sin embargo en estos casos tampoco es favorable un mojado completo, porque entonces hay una eliminación rápida del exceso de líquido de la superficie. Los agentes de mo-

jado tienen mucha aplicación en la industria textil.

Además de disminuir γ l/a es importante el que el agente-humectante disminuya γ s/l, de manera que es necesario elegir el surfactante adecuado a la naturaleza de la superficie sólida. También hay que considerar los aspectos secundarios tales como toxicidad, espumación, etc. Con frecuencia, las moléculas irregulares con actividad superficial, como el di-n-octil sulfosuccinato de sodio son agentes de mojado muy buenos, puesto que debido a impedimentos estéricos, la formación de micelas está dificultada, con lo cual es posible tener en concentraciones relativamente altas - de moléculas de surfactante, no asociadas y, por tanto, mayor disminución de γ l/a y γ s/l. También son buenos humectantes los surfactantes no iónicos.

Se conoce como detergencia a la teoría y la práctica de -- eliminación de suciedad de superficies sólidas con técnicas químico superficiales. Durante muchos siglos los jabones se han utilizado como detergentes. Normalmente un jabón consiste en las sales sódicas y potásicas de varios ácidos grasos de cadena larga, y se fabrica por saponificación con Na OH ó KOH de los aceites y grasas glicéridos como el sebo, obteniéndose glicérina como subproducto⁽¹¹⁾

(11) Morrison & Boyd
Organic Chemistry pg. 686



Los jabones potásicos tienden a ser mas blandos y solubles en agua que los correspondientes jabones sódicos y los procedentes de ácidos grasos no saturados son mas blandos que los de ácidos saturados.

El jabón es un detergente excelente, pero tiene dos importantes desventajas:

A) No funcionan muy bien en disoluciones ácidas, debido -- a la formación de ácido graso insoluble.

B) Forma precipitados insolubles, y, por tanto, residuos, - con los iones Ca^{++} y Mg^{++} de las aguas duras. Para eliminar es-- tos efectos se emplean aditivos como fosfatos, carbonatos de so-- dio, etc. En los últimos lustros el jabón ha sido parcialmente -- sustituido por el uso de detergentes sintéticos que no tienen, en la misma medida, estas desventajas.

Los más importantes son quizá los sulfatos de alquilo, --- los sulfonatos de alquil-arilo y los derivados del óxido de polie-- tileno no iónicos.

Un buen detergente debe tener las siguientes propiedades:

A) Buenas características de mojado para que el detergente entre en contacto íntimo con la superficie que se ha de limpiar.

B) Capacidad para separar de la superficie de contacto la suciedad o ayudar a pasarla al seno del líquido.

C) Capacidad para solubilizar o dispersar la suciedad separada a impedir que se vuelva a depositar sobre la superficie limpia o que forme depósitos o nata.

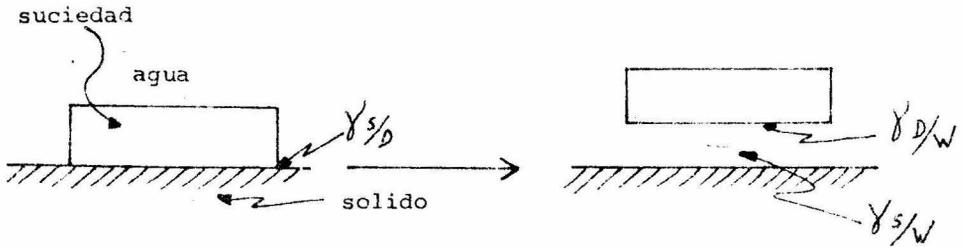
Los mejores agentes de mojado no son necesariamente los mejores detergentes, y viceversa. Para una serie homóloga de detergentes, tales como jabones, sulfatos de alquilo, y sulfatos de alquil-arilo, la acción de mojado es óptima cuando los surfactantes son C_8 , aunque las especies con cadena mas larga tienen mayor actividad superficial. La razón de que esto ocurra así es, probablemente que las moléculas mas pequeñas difunden y se adsorben mas rápidamente a las interfases que interesan. Sin embargo la mejor acción limpiadora le dan los surfactantes alrededor de C_{14} , y para conseguir el mejor comportamiento en conjunto se prefiere una longitud de cadena de alrededor de C_{12} .

La suciedad es generalmente de naturaleza oleosa con partículas incluidas de polvo, carbón, etc. La eliminación de la suciedad de la superficie puede estudiarse en función de cambios de energía superficial implicados. El trabajo de adhesión entre las partículas de suciedad y la superficie sólida, viene dada por:

$$W_{S/D} = \gamma_{D/W} + \gamma_{S/W} - \gamma_{S/D}$$

La acción detergente consiste en disminuir $\gamma_{D/W}$ y $\gamma_{S/W}$, con lo que decrece $W_{S/D}$ y aumenta la facilidad con la que la par

tícula de suciedad puede despegarse por agitación mecánica.



Si la suciedad es fluída (aceite o grasa) su separación -- puede considerarse como un fenómeno de ángulo de contacto. El detergente que se añade disminuye el ángulo de contacto con la interfase triple sólido-aceite-agua y, como consecuencia, el aceite -- toma una forma mas esférica y puede despegarse fácilmente.



En este aspecto el aumentar la temperatura hasta 45°C tiene un efecto muy notable en la eficacia de los detergentes, ya -- que la mayoría de las grasas funden por debajo de esta temperatura, en cambio un aumento de temperatura entre 45°C y justo por debajo del punto de ebullición tiene muy poco efecto.

Se comprende que los surfactantes que se adsorben en las -- interfases sólido- agua y suciedad-agua serán los mejores deter -- gentes. La adsorción a la interfase aire-agua, con la consiguiente disminución de la tensión superficial y formación de espumas, -

no es necesariamente una indicación de eficacia del detergente; - por ejemplo, los detergentes no iónicos normalmente tienen una acción limpiadora excedente y, sin embargo son muy poco espumantes, con lo cual, debido a tendencias psicológicas del público a relacionar las dos acciones espumante y limpiadora, su aceptación comercial ha sido restringida.

Se impide que la suciedad se deposite de nuevo sobre la superficie sólida gracias a las barreras de carga e hidratación que se establecen al adsorberse las moléculas de detergente sobre el material limpio y las partículas de suciedad. En este sentido los agentes no-iónicos son especialmente eficaces, probablemente debido a la fuerte hidratación de las cadenas de óxido de polietileno. Los mejores detergentes son los que forman las micelas y esto hizo que inicialmente se creyera que las micelas estaban directamente implicadas en la acción detergente y que su papel consistía probablemente en solubilizar el material oleoso. Sin embargo se ha visto que la acción detergente depende de la concentración del surfactante no asociado y que la presencia de micelas no influye prácticamente, excepto en el sentido de que éstas actúan como reserva para reponer el surfactante no asociado que pierde la disolución por adsorción.

Así que las mismas propiedades moleculares de las sustancias con actividad superficial, que hacen que éstas tengan una acción detergente buena, causan también la formación de micelas, pero este proceso más que contribuir a la detergencia lo que hacen es-

competir con ella.

Generalmente se incorpora a los detergentes sustancias tales como silicatos, pirofosfatos, y tripolifosfatos, que no tienen actividad superficial, pero que mejoran la calidad del detergente. Estos aditivos cumplen una serie de funciones, de las cuales la mas importante consiste en actuar como agentes desfloculantes al eliminar iones Ca^{++} y Mg^{++} formando complejos solubles no adsorbidos, con lo cual evitan, en parte, el que se formen escorias y que se deposite de nuevo la suciedad.

También contribuyen a producir las condiciones ligeramente alcalinas que favorecen la acción detergente.

La carboximetilcelulosa de sodio mejora el comportamiento de los detergentes en el lavado de los tejidos, especialmente de algodón, porque forma una capa adsorbida hidratada sobre el tejido limpio, que lo protege al impedir el depósito de la suciedad. Normalmente también se incorporan abrillantadores ópticos a los detergentes para tejidos. Estos son tintes fluorescentes que adsorben luz ultravioleta y emiten luz azul que enmascara cualquier tono amarillo que pueda aparecer en los tejidos blancos.

C A P I T U L O V

BALANCE DE MATERIALES

El balance de materiales se fija de acuerdo a las necesidades del mercado.

Esto significa, que de acuerdo con los resultados del análisis de mercado, queda establecido el consumo del producto así como la distribución de la presentación del mismo.

Consumo es el número de kilos requeridos para satisfacer las necesidades fijadas en el análisis de mercado.

Distribución de presentación, son los distintos tamaños de envase del producto solicitados por el público consumidor. (Bolsas con diferentes tamaños y pesos)

Los pasos involucrados en la fabricación del detergente se exponen en los siguientes diagramas graficos de flujo:

DIAGRAMA I:

Sulfonación y Neutralización, (Riegel Química Industrial, -
James A. Kent; cap. XII pp 525)

Diagrama II:

Planta de Secado por Aspersión. (Synthetic Detergents, A.-
Davidson B.M. Milwidsky; cap. V p.p. 185)

DIAGRAMA GRAFICO DE FLUJO
(MODIFICADO)

SULFONACION Y NEUTRALIZACION

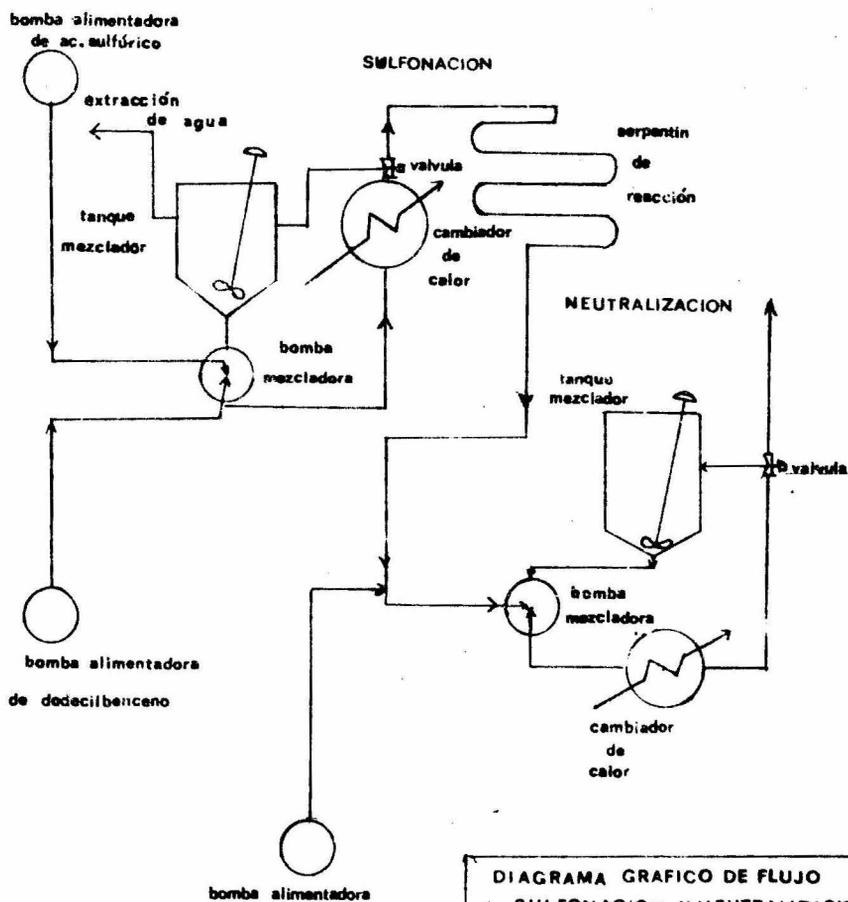
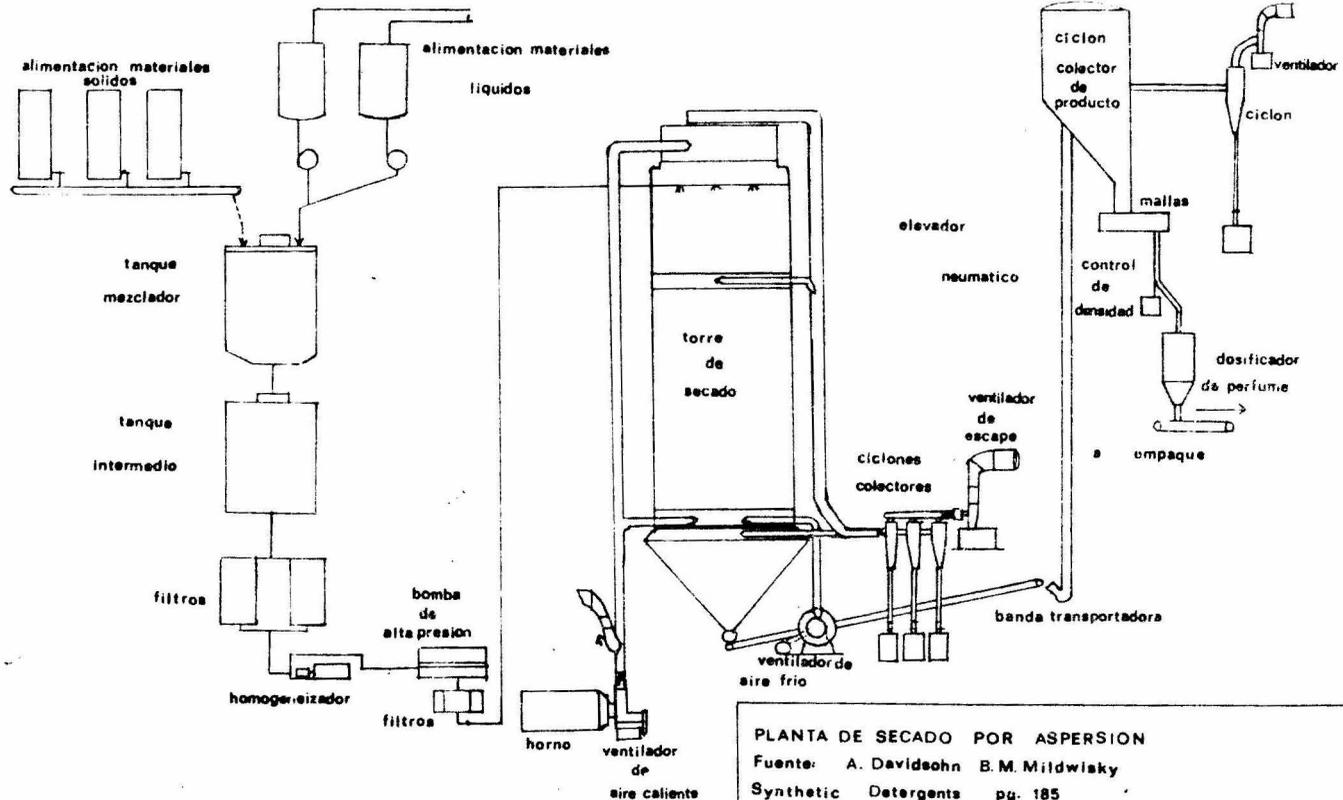


DIAGRAMA GRAFICO DE FLUJO
SULFONACION Y NEUTRALIZACION
Fuente: James A. Kent
Riegel, Quimica Industrial . pg. 525



PLANTA DE SECADO POR ASPERSIÓN

Fuente: A. Davidsohn B. M. Mildwisky
 Synthetic Detergents pg. 185

BASES:

El promedio de embarque diario en esta fábrica es:

1152 Cajas de 25 bolsas de 1 Kg cada una	28 800 Kg. de polvo
3468 cajas de 50 bolsas de 1/2Kg cada una	86 400 Kg. de polvo
6912 cajas de 100 bolsas de 1/4Kg cada una	172 800 Kg. de polvo
	288 000 Kg/día

La formulación de este polvo es:

Dodecil benceno no reaccionado	1.00	2.00
Carboximetil celulosa de Sodio	1.84	0.55
Colorante	2.24	0.80
Abrillantadores	1411.2	0.49
Perfume	2.04	0.08
Dodecil bencen sulfonato de sodio	185435.6	53.97
Sulfato de Sodio	77528.6	14.42
Silicato de sodio	11738.4	4.08
Tripolifosfato de sodio	9224.4	13.63
Agua	1046.7	9.98
		100.00%

El proceso de fabricación de un detergente sintético consta de los siguientes pasos:

- a.- Sulfonación.
- b.- Neutralización
- c.- Mezclado
- d.- Secado

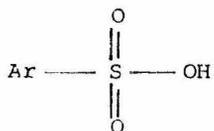
e.- Adición de perfume

f.- Empaque

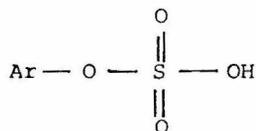
Con este proceso, están íntimamente relacionados las operaciones de manejo y control de materias primas y producto terminado.

Los ácidos sulfónicos aromáticos tienen la fórmula general $ArSO_3H$.

En los⁽¹²⁾ ácidos sulfónicos el enlace entre el radical -- aromático y el radical inorgánico lo forma el azufre y el carbón, a diferencia de los sulfatos en los cuales el oxígeno es el que forma el enlace.

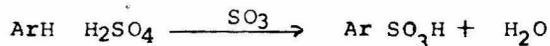


Sulfónico



Sulfato

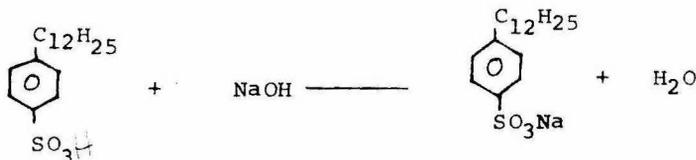
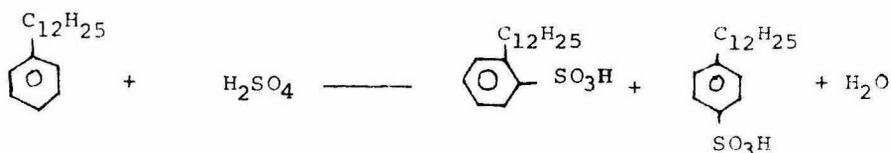
Los ácidos sulfónicos aromáticos prácticamente siempre son preparados por sulfonación directa con oleum. También se puede -- hacer con tratamiento del compuesto aromático con ácido clorosulfónico.



(12) Davidsohn B.M. Mildwidky (Synthetic Detergents) Cap. IV

Los ácidos sulfónicos se separan de su mezcla de preparación haciendo uso de su densidad o en forma de sales. El sulfonato de calcio o bario es mucho mas soluble en agua que el sulfato de calcio o bario, por lo tanto, si la mezcla de reacción se neutraliza con carbonato de calcio, es posible precipitar el sulfato y eliminarlo por filtración, quedando en solución unicamente el sulfonato.

100% El dodecilbencen sulfonato de sodio es el agente activo -- que utiliza nuestro detergente. Este se prepara haciendo reaccionar el dodecil-benceno con ácido sulfúrico al 100% para obtener -- los ácidos orto y para dodecil bencen sulfónicos.



La reacción de sulfonación es muy exotérmica. Se realiza la sulfonación en un reactor de acero inoxidable que tiene la característica de eliminar el calor y soportar las presiones de la reacción. Un diseño de recirculación y alta turbulencia en combinación con un sistema de "Sangrado continuo" permiten obtener altas eficiencias de reacción (95%). (Si un compuesto sulfónico es calentado a temperaturas de 150°C en presencia de algún ácido, -- el compuesto sulfónico regresa a sus compuestos originales).

En esta etapa de sulfonación deben controlarse: Temperaturas, flujos, presiones etc. Control de calidad ayuda en esta etapa midiendo: En ácido sulfúrico al 100%: Concentración y p.p.m. de Hierro. En dodecil: Peso Molecular,

Fallas en el control de temperatura provocan que la fase orgánica se oscurezca debido a carbonización de dodecil benceno y provoca también aumento en la concentración de H_2SO_4 y pérdidas de eficiencia en la reacción de sulfonación.

* NOTA.- Utilizaremos las siguientes claves:

- 4
- a) MP.- Materia Prima
 - b) P .- Proceso
 - c) PT.- Producto terminado

La reacción de neutralización es muy exotérmica. Se realiza comunmente con sosa o con carbonato de sodio.

En esta etapa se toman las mismas consideraciones de control que para las etapas anteriores. Control de calidad medirá -- aquí:

a) % de Na_2O

b) pH

Balance de materiales. (neutralizando con sosa y sulfonando con ácido sulfúrico al 100%).

El 53.97% del polvo se constituye de dodecilsulfonato de sodio por lo tanto $288\ 000 \times 0.5397 = 155\ 443$ kg/día.

Reacciones:



La eficiencia de reacción de Sulfonación es del 95%

Pesos Moleculares	Abreviatura
Dodecilbenceno = 246	D.D.B.
Acido Sulfurico al 100% = 98	Ac. Sulf.
Dodecilbencensulfonato de Sodio = 348	D.D.B.Na
Acido dodecilsulfonico = 326	Ac. D.D.B.S.
Sosa = 40	Sosa

SULFONACION

Para tener 155 443 Kg/día de D.D.B.Na se necesitan

$$\frac{155\ 443 \times 326}{348} = 145616.14 \text{ Kg/día de Ac. D.D.B.S.}$$

Al 95% necesitamos

$$\frac{100 \times 145616.14}{95} = 153280 \text{ Kg/día del Ac. Sulfónico}$$

De la ecuación A obtenemos la cantidad de D.D.B. necesario

$$\frac{153280 \times 246}{326} = 115665.3 \text{ Kg/día de D.D.B.}$$

Ac. Sulfúrico al 100% necesario, Agua formada en la reacción.

$$\frac{153280 \times 98}{326} = 46078 \text{ Kg/día} \quad \text{H}_2\text{O} = \frac{153280 \times 18}{326} = 8463.3 \text{ Kg/día}$$

En base a un 95% de eficiencia lo no reaccionado es:

a) De ac. Sulfúrico al 100%

$$46078 \times 0.05 = 2303.9 \text{ Kg/día}$$

b) De D.D.B.

$$115665.3 \times 0.05 = 5783.3 \text{ Kg/día}$$

NEUTRALIZACION

Cantidad de sosa al 40%

a.- Para neutralizar el Ac. D.D.B.S.

$$\frac{155443 \times 40}{348} = 17867 \text{ Kg/día de NaOH al 100\%}$$

Solución al 40%

$$\frac{17867 \times 100}{40} = 44667.5 \text{ Kg/día}$$

b.- Para neutralizar el Ac. sulfúrico 100% no reaccionado



H₂SO₄ 100 R

$$\frac{2303.9 \times 40}{49} = 1880.73 \text{ Kg/día al 100\%}$$

Solución al 40%

$$\frac{1880.73 \times 100}{40} = 4701.83 \text{ Kg/día}$$

Solución de sosa al 40% total

$$A + B = 49369.33 \text{ Kg/día}$$

c.- Cantidad de agua formada en la reacción

$$\frac{2303.9 \times 18}{49} = 846.3 \text{ ----- (C)}$$

Esta agua se suma al agua que trae la solución de sosa al-
40% que neutraliza al ac. Sulfúrico y al ácido D.D.B.S.

Del Ac. D.D.B.S.

$$\begin{array}{r}
 44667.5 \\
 - 17867.0 \\
 \hline
 26800.5 \text{ Kg. día} \text{ ----- (A)}
 \end{array}$$

Del Ac. Sulfúrico

$$\begin{array}{r}
 4701.83 \\
 - 1880.73 \\
 \hline
 2821.10 \text{ ----- (B)}
 \end{array}$$

De la neutralización del ac. D.D.B.S. se forma

$$\frac{155443 \times 18}{348} = 8040.2 \text{ Kg/día de agua ----- (D)}$$

Por lo que el agua total que sale de neutralización es

$$26\ 800.5 + 2821.1 + 8040 + 846.3 = 38507.9 \text{ Kg/día de H}_2\text{O}$$

Sulfato de sodio formado:

$$\frac{2303.9 \times 71}{49} = 3338.3 \text{ Kg/día}$$

Fórmula final de la pasta

	%
D.D.B. no reaccionado 5783.3 Kg/día	2.85
D.D.B. Na 155443.3 "	76.55
Agua 38507.9 "	18.96
Na ₂ SO ₄ 3338.3 "	1.64

El dodecilbencensulfonato de sodio es el agente surfactante, o sea que es el detergente, propiamente dicho, sin embargo, como ha sido comentado anteriormente, un polvo detergente debe tener - otras características, además de la actividad superficial. Por --

esta razón un polvo detergente es una mezcla de diferentes materiales.

El mezclado se realiza en tanques de capacidad adecuada, provistos de agitación y calentamiento. Entre los aspectos más importantes del control en esta etapa son:

a) El balance de materiales, ya que de él depende el logro de la formulación adecuada.

b) El orden y velocidad del mezclado, pues influye directamente en la dispersión, uniformidad y fluidez de la mezcla.

c) Temperaturas, por los calores de disolución y control de las solubilidades.

d) Velocidad y forma de agitación porque de éste depende la uniformidad de la mezcla.

e) Tiempo de aereación, pues una buena atomizabilidad y un grano con esponjosidad adecuado en la torre de secado dependen en gran parte del contenido de aire en la mezcla.

f) Flujos, reprocesos, viscosidades, densidades, etc.

Balance de materia en el mezclado

El proceso de mezclado consta de los siguientes materiales:

	Kg/Día	
DDBNR	5783.3	1.31 %
CMC	1595.0	0.36 %
DDBNA	155443.3	35.26 %
H ₂ O	181794.2	41.23 %
Na ₂ SO ₄	41529.0	9.42 %
Na ₂ SiO ₃	11749.0	2.67 %
Na _n (PO ₄) _n	39216.0	8.90 %
Colorante	2315.0	0.53 %
Abrill.	1409.4	0.32 %

El laboratorio participa en esta etapa midiendo exclusivamente la humedad de la mezcla. De las materias primas controla:

El Dodecil Benceno: Peso Molecular

En Sulfato de Sodio: Mallas

En Tripolifosfato de Sodio: Temperatura de hidratación % de P₂O₅

En silicato: Solidos Totales: Concentración de Na₂O y SiO₂
(Relación de Ambos)

En Sosa: Concentración de Na₂O

En Colorante: Mallas y Eficiencia

En Abrillantador: Mallas

En CMC: Viscosidad, % de Hidrogenos reemplazables, mallas

En Acido Sulfúrico 100%: Concentración y p.p.m. de Fierro.

El secado es, posiblemente, la etapa más importante desde el punto de vista de calidad en el proceso de manufactura de detergente en polvo porque es aquí donde se da la terminación que -

el consumidor aprecia.

(13) La mezcla preparada anteriormente es bombeada a la parte superior de la torre de secado y esparcido en el interior de ésta, por medio de boquillas, produciéndose una fina "lluvia" de --gotitas de mezcla detergente que, al ir cayendo, son secadas por un flujo de aire caliente que viaja a contracorriente.

Como se puede ver del balance de materiales en el mezclado la concentración de agua en la mezcla es elevada, y por tal motivo, esta es líquida. La concentración de agua está fijada, en la mezcla, por consideraciones prácticas, ya que hay un punto óptimo de humedad que hace a la mezcla "manejable" y que permite el menor costo de secado. Esta concentración de agua, en combinación con la de aire, dan a la mezcla su propiedad de atomizabilidad. Esta es la propiedad que tiene la mezcla para ser aspersada al tamaño de gota que uno desee. El tamaño de gota se puede regular, -ya sea por la presión de bombeo, o por el tipo de boquilla. Obviamente hay un punto óptimo entre estos dos factores controlantes.- Si la gota es muy pequeña sera arrastrada por el flujo de aire y representará pérdidas, si es muy grande nó alcanzará a ser secada, caerá húmeda al fondo de la torre y hará que el polvo sea pegajoso, apelmazable e incluso, si su humedad es alta, produce costras duras que tapan el equipo y frenan la operación.

La gota de mezcla detergente al ir cayendo dentro de la torre irá perdiendo humedad. Al ir perdiendo humedad, el aire absor

(13) Davidsohn, B.M. Mildwldsky Cap. V.

bido durante el mezclado, hará que la gota se esponje, de manera parecida a como ocurre en las "palomitas de maiz". Esto obviamente facilitará la transferencia de humedad del interior de la gota hacia el exterior y facilitará el secado.

Si la gota se esponja mucho se debilitará y fácilmente se fragmentará, produciendo con esto un polvo demasiado fino y con alta densidad. Si no se esponja adecuadamente, no habrá buen secado y el polvo fácilmente se apelmazará. El grado de secado de la gota después del tiempo de permanencia de la partícula en el interior de la torre y el tiempo es el factor controlante en el diseño de ésta y dicho tiempo estará regulado por la altura, diámetro y características del flujo de aire interior. Desde luego, estos factores tienen cierta flexibilidad para operarse, regulando la cantidad aspersada y la cantidad de aire o las temperaturas de entrada y salida de dicho aire.

El polvo es colectado en el fondo de la torre y por medio de un elevador neumático portadora es llevado hasta las tolvas en que se realiza el mezclado con el perfume. El principal factor del proceso que hay que controlar es:

Tiempo de reposo del polvo antes de empacarlo. Al enfriarse el grano, se volverá más duro y menos apelmazable. Al ser más duro el grano se quebrará hasta alcanzar un tamaño estable después de algunas horas. Durante este intervalo la densidad del polvo -- irá variando hasta alcanzar un punto mas o menos estable.

Control de calidad ayudará midiendo:

- a) % de dodecil benceno no sulfonado
- b) % de dodecil bencen sulfonato de sodio Eficiencia de reacción
- c) % de silicato de sodio
- d) % de sulfato de sodio
- e) % de fosfato de sodio
- f) % de agua
- g) pH
- h) Tamaño de partícula

BALANCE DE MATERIA EN LA TORRE

Material	Alimentación Kg/día	Salida	% Inicial	% Final
D D B N R	5783.3	5783.3	1.31	2.01
C M C	1595.0	1595.0	0.36	0.55
D D B Na	155443.3	155443.3	35.26	54.01
H ₂ O	181794.2	28750.0	41.23	10.00
Na ₂ SO ₄	41529.0	41529.0	9.42	14.43
Na ₂ SiO ₃	11749.0	11749.0	2.67	4.08
Na _n (PO ₄) _n	39216.0	39216.0	8.90	13.63
Colorante	2315.0	2315.0	0.53	0.80
Abrillantador	1409.4	1409.4	0.32	0.49
T O T A L	440834.2	287790.0		100.00

Es decir la torre secará 153044.2 Kg/día de agua, de la salida de la torre se pasa el producto por un aspersador de perfume en donde se le agregan 228 Kg/día de perfume, quedando la formu--

lación del polvo terminado como sigue:

	<u>Kg/Día</u>	<u>%</u>
D D B N R	5783.3	2.00
C M C	1595.0	0.55
D D B Na	155443.3	53.97
H ₂ O	28750.0	9.98
Na ₂ SO ₄	41529.0	14.42
Na ₂ SiO ₃	11749.0	4.08
Na _n (PO ₄) _n	39216.0	13.63
Colorante	2315.0	0.80
Abrillantador	1409.4	0.49
Perfume	228.0	0.08
	<u>288018.0</u>	<u>100.00</u>

El polvo después de haber sido reposado, es alimentado a las máquinas empacadoras, estas máquinas reciben el polvo en un disco que contiene una serie de perforaciones cilíndricas de volumen graduable: los cilindros tienen una compuerta en la base, que se abre automáticamente vaciando el polvo dentro de un tubo que descarga directamente dentro de las bolsas de polietileno.

El volúmen del cilindro se puede regular manualmente por medio de un juego de engranes y con esto se logra controlar el peso neto empacado.

El peso empacado es profundamente afectado por las variaciones de la densidad en el polvo.

La bolsa de polietileno es formada, cortada y sellada en forma automática, la bolsa terminada es llevada por una banda transportadora hasta donde se encuentran los empacadores manuales que llenan las cajas con el número de bolsas correspondientes. Las cajas son selladas, estibadas y almacenadas en tarimas en la bodega de producto terminado, de donde el producto es embarcado a los consumidores.

Balance de materiales:

Se deben producir:

1152 Cajas/día con 25 Bolsas de caja de 1Kg de peso por bolsa.
 3456 Cajas/día con 50 bolsas cada caja de $\frac{1}{2}$ Kg de peso por bolsa.
 6912 Cajas/día con 100 bolsas cada caja de $\frac{1}{4}$ Kg de peso por bolsa.
 Como la eficiencia del proceso es 95%

Se necesitaran:

1213 Cajas/día de cartón corrugado del tamaño 25'
 3638 Cajas/día de cartón corrugado del tamaño 50'
 7290 Caja/día de cartón corrugado del tamaño 100'
12131 Cajas/día

Se empacarán:

30 325 Bolsas de 1 Kg/día
 181 900 bolsas de $\frac{1}{2}$ Kg/día
 738 600 bolsas de $\frac{1}{4}$ Kg/día

Las dimensiones de la bolsa son:

Tamaño 25' 32 X 37 X 0.00457 5.42 cm.³

Tamaño 50' 32 X 18.5 X 0.00457 2.71 cm.³

Tamaño 100' 16 X 18.5 X 0.00457 1.355 cm.³

La densidad del polietileno es 0.92 gr/cm.³

Por tanto el peso de la bolsa es:

Tamaño 25' 4.99 gr.

Tamaño 50' 2.49 gr.

Tamaño 100' 1.25 gr.

El consumo de polietileno es:

4.99 X 30 325 151321.0 gr/día

2.49 X 181 900 452931.0 gr/día

1.25 X 737 600 922000.0 gr/día

1526252.0

1560 Kg/día

El estibado se hace sobre tarimas de madera formandose la-
estiba con 5 tendidos y cada tendido con 20 cajas; la estiba es ~
semejante para los tres diferentes tamaños puesto que las dimensio-
nes de los corrugados son iguales para todos los tamaños.

C A P I T U L O VI

DETERMINACION DEL NUMERO OPTIMO DE MUESTRAS

DISTRIBUCION DE MUESTREO DE LA PRUEBA "t"

Se ha encontrado⁽¹⁴⁾ que las medias de las muestras tienden a distribuirse normalmente.

Pero para hacer uso de esta conclusión, sin embargo, se debe tener algún conocimiento acerca de la desviación estándar del número muestreado. Esto puede ser estimado de datos recolectados o de la muestra misma, si es que está es lo suficientemente grande.

Sin embargo cuando una muestra es pequeña; digamos por ejemplo menor de 30; la estimación de la desviación estándar del universo, a partir de la muestra puede no dar resultados satisfactorios. Para muestras pequeñas, métodos mas exactos deben ser usados.

Para resolver la dificultad de estimar la desviación estándar a partir de una muestra pequeña, la distribución exacta para un universo normal ha sido encontrada para valores de muestra de la prueba $t = \frac{\bar{x} - \bar{x}'}{s/\sqrt{n}}$ donde s representa la desviación estándar - estimada del universo calculada de la fórmula $s^2 = \frac{(x - \bar{x})^2}{n-1}$

Según la distribución "t" ó prueba "t" de Student nos dice lo siguiente: ⁽¹⁵⁾

(14) Acheson J. Ducas Quality control and Industrial Statistics Section I

(15) Murray R. Spiegel Statistics Apendix III pg. 344

$$\frac{\bar{X}_C - \bar{X}}{s / \sqrt{n}} = t$$

En donde X = Valor promedio de la(s) muestra(s) tomada(s)

X_C = Valor crítico aceptable

s = Desviación estandard de la muestra tomada

n = Número de muestras que se tomaron

t = Valor de la distribución "t" leída en tablas.

Para conocer el número óptimo de muestras se despeja n de la ecuación anterior.

$$\sqrt{n} = \frac{t}{(\bar{X}_C - \bar{X})} \times s ; \quad n = \frac{t^2 s^2}{(\bar{X}_C - \bar{X})^2}$$

MUESTREO:

Hay muchas veces que para estimar las características de una población se debe hacer a partir de una muestra pequeña que es una fracción de dicha población.

En el caso de una fábrica de detergentes, el laboratorio encontrará diversos tipos de materia prima que deberá ser muestreada:

a.- Materiales sólidos; Que son recibidos en carros tolva o en saços

b.- Materiales líquidos; Recibidos en carros pipa o en carros tanque.

c.- Materiales de empaque; Recibidos por lotes ya sea de cartón corrugado o polietileno.

De estas tres clasificaciones la más sencilla de muestrear es la de los materiales líquidos, obviamente por su misma naturaleza. Las únicas precauciones que deben tomarse es el de guardarlas reglas de seguridad dependiendo del líquido a muestrear y --- además de muestrear el carro tanque o pipa tan pronto como llegue a la fábrica ya que por el movimiento del camión durante el trayeco provoca una homogenización del material.

Los materiales solidos representan mas dificultad ya que - el principal problema que podria presentarse es una segregación-- de este material durante el proceso de manufactura o manejo del - mismo.

Es por eso que en este capítulo exponemos los resultados - expresados en términos de desviación estandard y media, de la va- riabilidad de las características del material.

Es decir que variación hay dentro de cada recibo.

Los materiales de envase se reciben en forma de lotes. Cada recibo corresponde a un lote de producción del proveedor por - lo que se aplica la misma técnica de muestreo que en los materia- les sólidos; esto es muestreo en diferentes sitios de un mismo lote y obtener un promedio representativo y compararlo contra los - demás promedios de recibos subsecuentes y expresar la variabili-- dad de éstos en términos de desviación estándar.

Es en este subcapítulo donde determinaremos el número- de muestras que deberán tomarse para asegurar en un 95% que el material recibido está de acuerdo al nivel de calidad deseado para-

obtener una óptima calidad en el producto; asimismo también determinaremos el número de muestras por analizar que garanticen que - el producto final salga de la planta de acuerdo al nivel de calidad esperado.

Se supone, pues, que cada recibo de materiales en general-corresponde a un lote de producción del proveedor.

Se divide nuestro estudio en cuatro secciones:

- I. Análisis de Materias Primas.
- II. Análisis durante el Proceso. (Control del Proceso)
- III. Análisis del Producto terminado.
- IV. Análisis de los Materiales de Envase.

ANALISIS DE MATERIA PRIMA.

a) Acido Sulfurico al 100%

Se recibieron 24 carros tanque efectuandosele a cada muestra de cada carro los análisis de % H_2SO_4 y p.p.m. de Fierro:

Resultados:

Concentración: $\bar{X} = 65.38 \text{ } ^\circ\text{Be}$

$s = 0.07$

$X_D = \bar{X} \text{ deseada} = 65.30 \text{ } ^\circ\text{Be}$

$X_C = \bar{X} \text{ crítica} = 65.16 \text{ } ^\circ\text{Be}$

$$(N D M) = \text{Número de Muestras Necesarias} = \frac{1.71^2 \times 0.07^2}{(65.38 - 65.16)^2} = 0.289 =$$

1 $\frac{\text{muestra}}{\text{recibo}}$

p.p.m. de Hierro

$$\bar{X} = 10.14 \quad \bar{X}_D = 10.2 \text{ max}$$

Resultados:

$$s = 0.3 \quad \bar{X}_C = 10.4$$

$$(N D M) = \frac{1.71^2 \times 0.3^2}{(10.2 - 10.4)^2} = 6.58 = 7 \text{ muestras/recibo}$$

DODECILBENCENO.

Se analizaron 24 carros tanque, haciéndoles el análisis de peso molecular a cada recibo.

$$\text{Resultados: } \bar{X} = 246 \quad \bar{X}_D = 246$$

$$s = 0.6 \quad \bar{X}_C = 246 + 6.25 = 239.8 \text{ min. aceptable}$$

$$(N D M) = \frac{1.71^2 \times 0.6^2}{(246 - 239.8)^2} = 0.027 = 1 \text{ muestra / recibo}$$

Hidróxido de Sodio en Solución al 40%

Se analizaron 24 carros tanque. Se les analizó la concentración.

$$\text{Resultados en \% Na}_2\text{O} \quad \bar{X} = 31.1 \quad \bar{X}_D = 31.0$$

$$s = 0.3 \quad \bar{X}_C = 31.0 \pm 0.78$$

$$(N D M) = \frac{1.71^2 \times 0.3^2}{(31.1 - 30.22)^2} = 0.34 = 1 \text{ muestra / recibo}$$

$$\text{ó } (N D M) = \frac{1.71^2 \times 0.3^2}{(31.1 - 31.78)^2} = 0.57 = 1 \text{ muestra / recibo}$$

Solución de Silicato de Sodio al 40%

Se recibieron 24 carros tanque a los que se les analizó -- para % Na₂O, relación $\frac{\text{SiO}_2}{\text{Na}_2\text{O}}$ y % de Sólidos Totales.

% Na₂O Resultados $\bar{X} = 14.18$ $\bar{X}_C = 14.0$ Mín.

$$S = 0.08$$

$$(N D M) \frac{1.71^2 \times 0.08^2}{(14.18 - 14.0)^2} = 0.61 = 1 \text{ muestra/recibo}$$

Relación $\frac{\text{SiO}_2}{\text{Na}_2\text{O}}$

Resultados: $\bar{X} = 2.04$ $\bar{X}_C = 2.0$ Mín.

$$s = 0.03$$

$$(N D M) \frac{1.71^2 \times 0.03^2}{(2.04 - 2.00)^2} = 1.63 = 2 \text{ muestras / recibo}$$

% Sólidos totales.

Resultados: $\bar{X} = 40.16$ $\bar{X}_C = 39.01$

$$S = 0.25$$

$$(N D M) = \frac{1.71^2 \times 0.25^2}{(40.16 - 39.01)^2} = 0.14 = 1 \text{ muestra / recibo}$$

Tripolifosfato de Sodio.

Se analizaron 24 carros tolva, a cada una de ellas se les tomaron 24 muestras de diferentes partes. El resultado que a continuación se expone corresponde al carro tolva cuya desviación es tándar fue la mayor encontrada de las otras 24 tolvas.

Se le analizó % P_2O_5 , Temperatura de Hidratación; Tamizaje % acumulado en malla 50.

% P_2O_5 Resultados: $\bar{X} = 57.8$ $\bar{X}_D = 57.9$
 $s = 0.8$ $\bar{X}_C = 57.9 \pm 1.44$

$$(N D M) = \frac{1.71^2 \times 0.8^2}{(57.8-56.4)^2} = 1.03 = 2 \text{ muestras/recibo}$$

Temperatura de Hidratación a los cinco minutos

$\bar{X} = 92.15^\circ C$ $\bar{X}_D = \bar{X}_C = 90^\circ C \text{ Min.}$

$s = 0.11$

$$(N D M) = \frac{1.71^2 \times 0.11^2}{(92.15-90.0)^2} = 0.75 = 1 \text{ muestra/recibo}$$

Prueba de tamizaje: % acumulado sobre la malla 50 mesh

Resultados: $\bar{X} = 81.06$ $\bar{X}_C = 85.0\% \text{ Máx.}$

$s = 1.93$

$$(N D M) = \frac{1.71^2 \times 1.93^2}{(81.06 - 85)^2} = 0.7 = 1 \text{ muestra / recibo}$$

Carboximetilcelulosa

Este material es recibido en sacos. Se tomaron 25 muestras/lote de diferentes partes de 24 lotes recibidos. A continuación se dan los resultados del lote cuya desviación estándar fue la más grande y cuyo valor medio fue el mas alejado del valor medio-deseado. Esta situación se aplica a todos los materiales sólidos-

(polvo).

Los análisis fueron:

Hidrógenos sustituibles.

$$\bar{X} = 0.965 \qquad \bar{X}_D = 1.00 \text{ máx.}$$

$$s = 0.013 \qquad \bar{X}_C = 0.9 \text{ mín.}$$

$$(N D M) = \frac{1.71^2 \times 0.013^2}{(0.965 - 0.900)^2} = 1.16 = 2 \text{ muestra/lote}$$

Viscosidad

$$\bar{X} = 1201 \text{ cps.} \qquad \bar{X}_D = 1201 \text{ cps.}$$

$$s = 5.42 \qquad \bar{X}_C = 1176$$

$$(N D M) = \frac{1.71^2 \times 2^2}{(1201 - 1176)^2} = 0.13 = 1 \text{ muestra/lote}$$

Tamizaje % acumulado en malla 65 mesh

$$\bar{X} = 47.59 \qquad \bar{X}_C = 50.0 \text{ Máx.}$$

$$s = 1.36$$

$$(N D M) = \frac{1.71^2 \times 1.36^2}{(47.59 - 50)^2} = 0.93 = 1 \text{ muestra/lote}$$

Abrillantador. Este material es recibido en tambores en -- forma de lotes, 7 tambores/lote; se tomaron 25 muestras/lote. Se aplica el mismo criterio que en el caso anterior.

Se le hace a este material tamizaje % acumulado en malla--
150

Resultados: $\bar{X} = 38.4$ $\bar{X}_C = 40.0$ máx.

$$s = 2.0$$

$$(N D M) = \frac{1.71^2 \times 2^2}{(38.4-40)^2} = 4.57 = 5 \text{ muestra/lote}$$

Colorante. Material sólido recibido en lotes de 12 tambo--
res c/u.

De un mismo lote se tomaron 25 muestras y se les analizó %
transmitancia y tamizaje.

Transmitancia: $\bar{X} = 68.35$ $\bar{X}_C = 70.0$ máx.

$$s = 2.93$$

$$(N D M) = \frac{1.71^2 \times 2.93^2}{(68.35-70.0)^2} = 9.29 \text{ } 10 \frac{\text{muestras}}{\text{Lote}}$$

Tamizaje: $\bar{X} = 7.0$ $\bar{X}_C = 7.5$ Máx.

$$s = 0.17$$

$$(N D M) = \frac{1.71^2 \times 0.17^2}{(7.0-7.5)^2} = 0.34 = 1 \text{ muestra/lote}$$

Sulfato de Sodio. Este material es recibido en furgones de
ferrocarril, cada lote de producción corresponde a 50 Tons. apro-
ximadamente y únicamente se le hace la prueba de tamizaje de % --
acumulado sobre malla 200 mesh Se sigue el mismo criterio que en-
6.8. Se tomaron 25 muestras / lote

$$\bar{X} = 84.82$$

$$\bar{X}_D = 83$$

$$s = 2.15$$

$$X_C = 90.0 \text{ max.}$$

$$(N D M) = \frac{1.71^2 \times 2.15^2}{(84.82 - 90.0)^2} = 0.5 = 1 \text{ muestra/lote}$$

II Análisis de Control del Proceso.

Todo proceso por su propia naturaleza tiene una variación en su desarrollo para obtener un resultado final. Los límites de esta variación serán establecidos de acuerdo a las políticas que cada compañía o centro manufacturero tenga, las cuales se reflejarán en el nivel de calidad del producto.

De igual manera cada laboratorio de control vigilará estrechamente las variables que afecten su proceso.

En el caso que nos ocupa, en una fábrica de detergentes, se ha establecido que la máxima variabilidad, en la mayoría de los casos, será de $\pm 2.5\%$ del valor medio deseado y/o crítico de cada variable.

Las variables a medir durante el proceso de manufactura de los detergentes son:

- 1.- % de agua en el proceso de mezclado.
- 2.- % D.D.B.N.R. en la pasta de detergente.
- 3.- % D.D.B. Na (Activo) en la pasta de detergente
- 4.- % de agua en la pasta de detergente.
- 5.- % de Sulfato de Sodio en la pasta de detergente.
- 6.- pH de la pasta.

7.- % de Activo en el producto secado.

8.- % de agua en el producto secado.

Los datos que a continuación se expondrán corresponden al día que mayor desviación estándar tuvo y cuyo valor medio se alejó más del valor desado; se analizaron 1 muestra/hr. y 20 hrs./día.

% de Agua en el Mezclado. Se exponen aquí los resultados - obtenidos en el día en que se obtuvo una desviación estándar más grande con respecto a los otros días; y también cuyo valor medio se alejó más del valor medio deseado. Este criterio se aplicó a - todas las variables que se expondrán a continuación:

Base diaria 1 análisis/hr. 20 hrs. de operación:

$$\bar{X} = 41.30 \qquad \bar{X}_C = 41.23 \pm 1.03$$

$$s = 1.63$$

$$(N D M) = \frac{1.73^2 \times 1.63^2}{(41.30 - 40.2)^2} = 6.57 = 7 \text{ muestras/día.}$$

$$\text{ó } (N D M) = \frac{1.73^3 \times 1.63^2}{(41.30 - 42.26)^2} = 8.6 = 9 \text{ muestras/día}$$

% D.D.B.N.R. en la pasta detergente

$$\bar{X} = 2.84 \qquad \bar{X}_C = 2.85 \pm 0.06$$

$$s = 0.15$$

$$(N D M) = \frac{1.73^2 \times 0.15^2}{(2.84 - 2.92)^2} = 10.46 = 11 \text{ muestras/día}$$

% D.D.B.Na (Activo)

$$\bar{X} = 76.55 \qquad \bar{X}_C = 76.50 \pm 1.91$$

$$s = 1.74$$

$$(N D M) = \frac{1.73^2 \times 1.74^2}{(76.55 - 76.64)^2} = 2.48 = 3 \text{ muestras/día}$$

% de Agua en la pasta de detergente.

$$\bar{X} = 18.96$$

$$\bar{X}_C = 18.96 \pm 0.47$$

$$s = 1.27$$

$$(N D M) = \frac{1.73^2 \times 1.27^2}{(18.96 - 18.49)^2} = 21.95 = 22 \text{ muestras/día}$$

% de Sulfato de Sodio en la pasta de detergente.

$$\bar{X} = 1.64$$

$$\bar{X}_C = 1.64 \pm 0.04$$

$$s = 0.09$$

$$(N D M) = \frac{1.73^2 \times 0.09^2}{(1.64 - 1.60)^2} = 15 = 15 \text{ muestras/día}$$

pH de la pasta.

$$\bar{X} = 7.1$$

$$\bar{X}_C = 7.0 \text{ mín. } 7.5 \text{ máx.}$$

$$s = 0.22$$

$$(N D M) = \frac{1.73^2 \times 0.22^2}{(7.1 - 7.0)^2} = 14.4 = 15 \text{ muestras/día}$$

% D.D.B.Na (activo) en el polvo secado.

$$\bar{X} = 54.00$$

$$\bar{X}_C = 53.97 \pm 1.35$$

$$s = 1.32$$

$$(N D M) = \frac{1.73^2 \times 1.32^2}{(54.00 - 52.62)^2} = 2.74 = 3 \text{ muestras/día}$$

% de Agua en el polvo secado

$$\bar{X} = 9.98$$

$$\bar{X}_C = 9.98 \pm 0.25$$

$$s = 0.30$$

$$(N D M) = \frac{1.73^2 \times 0.3^2}{(9.98 - 10.23)^2} = 4.32 = 5 \text{ muestras/día}$$

$$\text{ó} \quad (N D M) = \frac{1.73^2 \times 0.30^2}{(9.98 - 9.73)^2} = 4.32 = 5 \text{ muestras/día}$$

III. CONTROL DE PRODUCTO TERMINADO.

Se efectúa este control bajo los mismos principios y fundamentos que los del control del proceso.

Las variables que fueron sometidas a medición son:

% D.D.B.N.R.

$$\bar{X} = 2.00$$

$$\bar{X}_C = 2.00 \pm 0.08$$

$$s = 0.17$$

$$(N D M) = \frac{1.73^2 \times 0.17^2}{(2.0 - 2.08)^2} = 13.44 = 14 \text{ muestras/día}$$

% D.D.B.Na.

$$\bar{X} = 53.97$$

$$\bar{X}_C = 53.97 \pm 1.35$$

$$s = 1.42$$

$$(N D M) = \frac{1.73^2 \times 1.42^2}{(55.32 - 53.97)^2} = 4.32 = 5 \text{ muestras/día}$$

% de Agua

$$\bar{X} = 9.98$$

$$\bar{X}_C = 9.98 \pm 0.25$$

$$s = 0.30$$

$$(N D M) = \frac{1.73^2 \times 0.3^2}{(9.98 - 9.73)^2} = 4.32 = 5 \text{ muestras/día}$$

% de Sulfato de Sodio

$$\bar{X} = 14.40 \quad \bar{X}_C = 14.42 \pm 0.36$$

$$s = 0.43$$

$$(N D M) = \frac{1.73^2 \times 0.43^2}{(14.40 - 14.06)^2} = 4.7 = 5 \text{ muestras/día}$$

$$\text{ó} \quad (N D M) = \frac{1.73^2 \times 0.43^2}{(14.40 - 14.78)^2} = 3.8 = 4 \text{ muestras/día}$$

% de Silicato de Sodio.

$$\bar{X} = 4.01 \quad \bar{X}_C = 4.08 \pm 0.1$$

$$s = 0.5$$

$$(N D M) = \frac{1.73^2 \times 0.5^2}{(4.01 - 3.98)^2} = 2.59 = 3 \text{ muestras/día}$$

% de Tripolifosfato

$$\bar{X} = 13.63 \quad \bar{X}_C = 13.63 \pm 0.34$$

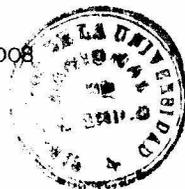
$$s = 0.72$$

$$(N D M) = \frac{1.73^2 \times 0.72^2}{(0.34)^2} = 13.41 = 14 \text{ muestras/día}$$

Densidad:

$$\bar{X} = 0.305 \text{ Kg/cm}^3 \quad \bar{X}_C = 0.300 \pm 0.008$$

$$s = 0.03$$



QUÍMICA

$$(N D M) = \frac{1.73^2 \times 0.03^2}{(0.305 - 0.292)^2} = 15.88 = 16 \text{ muestras/día}$$

ANALISIS DE MATERIALES DE EMPAQUE.

Una caja de cartón corrugado sirve a varios propósitos con respecto a protección del producto, almacenaje, publicidad y costo, pero además de esto, una caja de cartón corrugado es una estructura compleja de ingeniería a pesar de su apariencia simple.

En nuestra fábrica de detergentes el cartón corrugado servirá para almacenar las bolsas de polietileno que contienen el polvo de manera segura y que facilitará el manejo de la mercancía durante su trayecto hacia el consumidor.

Las pruebas que realiza el laboratorio en cuanto a lo que cartón corrugado respecto son:

- a) Dimensiones
- b) Resistencia a la Estiba de Cajas.

Nuevamente este material es recibido en forma de lotes.

Dimensiones. Obviamente son tres las que se determinarán:

Alto

Ancho

Largo

En todos los siguientes casos se tomaron 25 muestras de diferentes partes de un mismo lote.

Alto

$$\bar{X} = 47.72 \text{ cm.}$$

$$\bar{X}_D = 47.65$$

$$s = 0.12$$

$$\bar{X}_C = 48.36 \text{ max}$$

$$(N D M) = \frac{1.71^2 \times 0.12^2}{(47.72 - 48.36)^2} = 0.1 = 1 \text{ muestra/recibo}$$

Ancho

$$\bar{X} = 34.96 \text{ cm}$$

$$\bar{X}_D = 35.05$$

$$s = 0.16$$

$$\bar{X}_C = 35.58 \text{ máx}$$

$$(N D M) = \frac{1.71^2 \times 0.16^2}{(34.96 - 35.58)^2} = 0.195 = 1 \text{ muestra/recibo}$$

Largo

$$\bar{X} = 49.79$$

$$\bar{X}_D = 49.90$$

$$s = 0.14$$

$$\bar{X}_C = 50.65$$

$$(N D M) = \frac{1.71^2 \times 0.14^2}{(49.79 - 50.65)^2} = 0.077 = 1 \text{ muestra/recibo}$$

La prueba de resistencia a la estiba se mide en términos de compresión, es decir, qué fuerza es necesaria para "abombar" a un cartón corrugado formado; se reporta el resultado en libras-- fuerza.

Los resultados son los siguientes:

$$\bar{X} = 451.84$$

$$\bar{X}_C = 400 \text{ lb/pulgada}^2$$

$$s = 6.85$$

$$(N D M) = \frac{1.71^2 \times 6.85^2}{(451.84 - 400)^2} = 0.05 = 1 \text{ muestra/recibo}$$

Cada recibo consta de 300. cartones corrugados; los datos expuestos anteriormente corresponden al lote de peor desviación - estándar, del cual se tomaron 25 muestras por recibo.

Polietileno. Se le denomina así a la película plástica de ciertas características y medidas que da origen, en las máquinas-empacadoras, a la bolsa que contendrá al producto terminado. Aquí las variables a medir son el calibre del polietileno y distancia-entre marcas del ojo eléctrico.

De igual manera esto es recibido en forma de lotes. Los resultados son; Calibre. Muestras tomadas de diferentes rollos del mismo lote.

$$\bar{X} = 1.25 \text{ mm.} \quad \bar{X}_D = 1.00 \text{ mín.}$$

$$s = 0.05 \quad \bar{X}_C = 1.5 \text{ máx.}$$

$$(N D M) = \frac{1.71^2 \times 0.05^2}{(1.25 - 1.50)^2} = 0.11 = 1 \text{ muestra por recibo.}$$

Distancia. Esta va a depender del tamaño de bolsa deseado.

$$\text{Tamaño } 25 \text{ 's} \quad \bar{X} = 36.9 \text{ cm} \quad \bar{X}_C = 37 \pm 0.3$$

$$s = 0.05$$

$$(N D M) = \frac{1.71^2 \times 0.05^2}{(36.9 - 37.3)^2} = 4.56 = 5 \text{ ó } (N D M) = \frac{1.71^2 \times 0.05^2}{(36.9 - 36.7)^2} = 18.25 =$$

19 $\frac{\text{muestras}}{\text{recibo}}$

Tamaño 100's

$$\bar{X} = 32.01 \text{ cm.} \quad \bar{X}_C = 32.0 \pm 0.3$$

$$s = 0.05$$

$$(N D M) = \frac{1.71^2 \times 0.05^2}{(32.01 - 31.7)^2} = 0.086 = 1 \text{ muestra/ recibo}$$

Tamaño 100's

$$\bar{X} = 18.45 \quad \bar{X}_D = 18.5 \text{ cm. máx.}$$

$$s = 0.05 \quad \bar{X}_C = 18.5 \pm 0.3$$

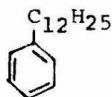
$$(N D M) = \frac{1.71^2 \times 0.05^2}{(18.45 - 18.8)^2} = 0.06 = 1 \frac{\text{muestra}}{\text{recibo}} \quad \text{ó} \quad (N D M) = \frac{1.71^2 \times 0.05^2}{(18.45 - 18.2)^2} = 0.116 = 1 \frac{\text{muestra}}{\text{recibo}}$$

A continuación se expondran brevemente los procesos de fabricación de las materias primas que intervienen en la fabricación de los detergentes.

A.-¹⁶ (Dodecil benceno) Este es uno de los principales pilares en la fabricación de detergentes puesto que es una materia-prima fácilmente obtenible de la industria del petróleo.

Su estructura se base en compuestos aromáticos combinados - con una cadena alifática que se encuentra unida al núcleo aromático.

Tiene la estructura:



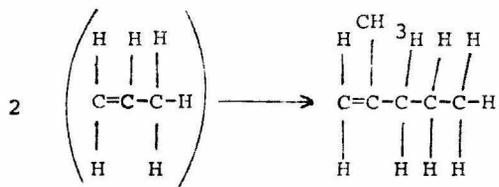
Obtenciones:

Este compuesto se puede obtener condensando benceno con -- una cadena alifática monohalogenada generalmente cloro, con aproximadamente 12 átomos de carbono usando la reacción de Friedel - Craft generalmente con cloruro de aluminio anhidro como catalizador.

La fuente de la cadena alifática puede ser una fracción -- de una cadena lineal del petróleo, o bien, de una cadena de hidrocarburos alifáticos de peso molecular bajo.

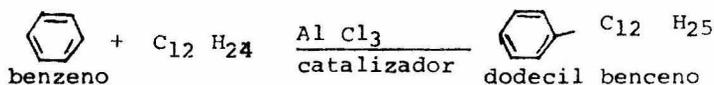
Según M. Sittenfeld en los procesos más recientes las olefinas propileno y butileno son polimerizados para dar olefinas -- de cadenas largas.

La reacción sería:

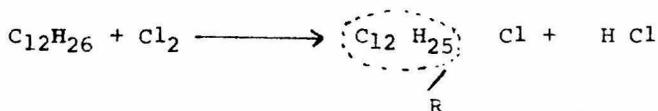


Este dímero reacciona consigo mismo o con otras mono olefinas para formar olefinas de cadenas mas largas tales como tetrapropileno.

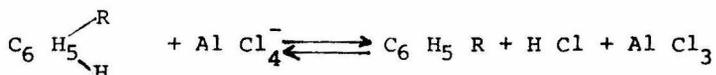
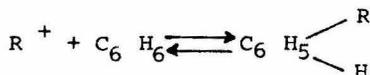
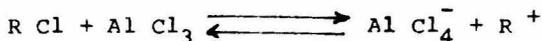
El proceso de alquilación es como sigue:



Antes de atacar al anillo benzenico es necesario primero clorinar a la olefina.



Siendo finalmente el mecanismo de alquilación el siguiente:



Aquí el grupo electrofílico es el ión alquilcarbonio. La función del tricloro de aluminio es el generar este ión carbonio extrayendo al halógeno del haluro de alquilo.

ACIDO SULFURICO⁽¹⁷⁾

Este es el más viejo, pero aún usado ampliamente en la industria de los detergentes.

La fórmula química es H_2SO_4 con un peso molecular de 98.08

Existen dos métodos de fabricación; El método de las cámaras de plomo y el método de contacto el primero consiste en poner

(17) Harry Hyman Chem. Eng. October 8, 1973 USA pg. 15-29

en contacto dióxido de azufre y ácido sulfúrico, el cual se obtiene quemando pirita o azufre en un horno. El gas entra en una torre llena de ladrillos o tejas resistentes al ácido, en la parte superior de la torre se bombea el ácido sulfúrico en óxidos de nitrógeno (procedente de otra torre) donde se mezcla con ácido diluido de las cámaras, haciendo gotear la mezcla para ponerla en contacto con el dióxido de azufre. La elevada temperatura del dióxido de azufre procedente de los hornos dá lugar a la concentración del ácido diluido que desciende por la torre.

El Segundo:

Consta de cuatro pasos:

- 1.- Producción del dióxido de azufre.
- 2.- Purificación y desecación del dióxido de azufre.
- 3.- Oxidación del dióxido de azufre a trióxido de azufre.
- 4.- Combinación del trióxido de azufre con agua para formar el ácido sulfúrico.

1.- El dióxido de azufre se obtiene quemando azufre o tostando sulfuros.

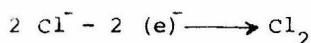
2.- El dióxido de azufre ha de purificarse bien para eliminar todo indicio de trióxido de arsenico y otras sustancias que envenenan el catalizador y disminuyen su eficacia.

3.- El dióxido de azufre se oxida introduciendo el gas purificado y mezclado con aire en una cámara catalítica. Se usan principalmente como catalizadores: platino, óxido férrico o un algo de óxido cúprico y mezclas que contienen pentóxido de vanadio.

4.- La disolución completa del SO_3 (g) se logra haciéndolo pasar por ácido sulfúrico concentrado y regulando la entrada de agua se pueden lograr concentraciones hasta de 99%.

HIDROXIDO DE SODIO (SOSA)

Toda la sosa producida comercialmente en los Estados Unidos se hace mediante una electrolisis de salmuera en celdas de membrana o celdas de mercurio. Se hace pasar una corriente eléctrica por una disolución de cloruro, el cloro se desprende en el ánodo; el ion Cl^- pierde un electrón oxidándose.



El ión hidronio proviene de la disociación del agua. A medida que se descargan iones hidronio se producen otros, acumulándose el ion hidroxilo OH^- . El ión sodio Na^+ también se concentra en torno al cátodo, neutralizando los iones hidroxilo con lo que se forma el hidróxido de sodio.

Hay otro método para producir el Na OH .

Se trata carbonato sodico con sal apagada, se separa por filtración el carbonato precipitado y el líquido que pasó se evapora hasta sequedad.

En la industria del jabón se usa el liquido sin evaporar.



TRIPOLIFOSFATO DE SODIO

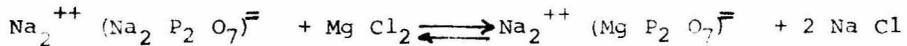
Este se produce ardiendo fósforo en presencia de aire u -- oxígeno suficiente formandose el P_2O_5 . Este óxido se une al agua con gran violencia originandose el ácido fosfórico.

Posteriormente este ácido se hace reaccionar con carbonato de sodio o hidróxido de sodio. Después que la solución es secada y calcinada el producto es enfriado, molido, y pasado por un tamiz para dar la granulometria deseada.

Al calcinar se producen fosfatos por una deshidratación molecular, a temperatura alta, de una mezcla de fosfato mono y disódicos de acuerdo a la ecuación.



El fosfato tiene el poder de ablandar el agua secuestrando los iones polivalentes metálicos que causan la dureza. Estos iones actúan por descomposición doble con dos o mas iones sodio de la molécula de fosfato y el ion metálico entra al anión de la molécula.

Sulfato de Sodio.

El sulfato de de sodio aparece en forma natural en muchas partes del mundo generalmente mezclado con cloruro de sodio o de magnesio.

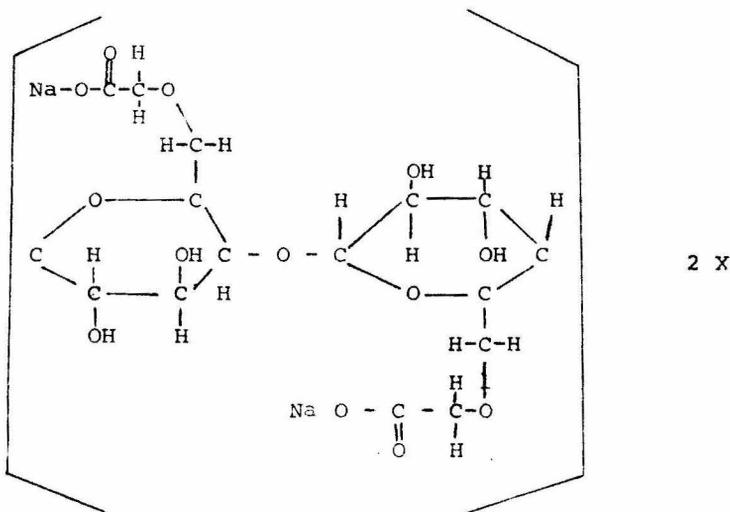
Esta sal se obtiene como sub-producto en la fabricación -- del ácido clorhídrico a partir de Cloruro de Sodio.



CARBOXIMETIL CELULOSA DE SODIO.

Esta se produce reaccionando celulosa de papel con sosa -- cáustica y condensando el producto de la reacción con ácido clo-- roacético.

Se usa esta materia prima en los detergentes por la propie-- dad de ser un agente que evita la redepósito de la mugre.

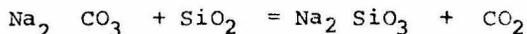


También tiene propiedades de aglutinar, suspender, **espesar**, proteger coloidalmente, formar película y humectar en las indus-- trias de los detergentes, jabonera, de cosméticos, alimenticia y textil, papelería e inclusive en la perforación de pozos.

SILICATO DE SODIO

Se fabrica fundiendo arena, que contenga un nivel alto de sílice, con un álcali como carbonato de sodio o hidróxido de sodio en varias proporciones en un horno eléctrico produciéndose varias relaciones de Na_2O y SiO_2

La Ecuación es:



En la industria de los detergentes se necesitan silicatos de tipo coloidal, los cuales tienen más silicato que óxido de sodio en la molécula y se le conoce como "vidrio soluble".

Estos silicatos se encuentran comercialmente disponibles en soluciones concentradas con relaciones que van de $\text{Na}_2 \text{ O/SiO}_2$ de 1:L:6 a 1:3:75.

ABRILLANTADORES OPTICOS

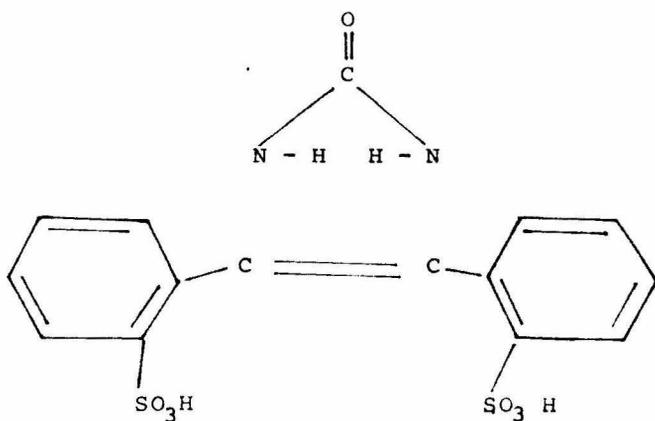
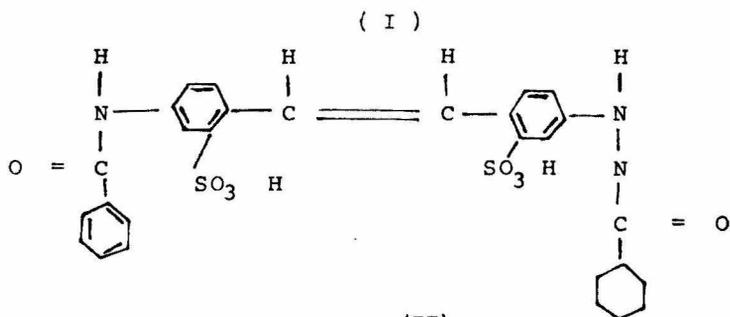
También se les llama "tinte fluorescente". Este tinte es absorbido por la ropa durante el lavado. A la luz del sol una parte del ultravioleta invisible que cae en la tela, es convertido en el rango del azul visible, de tal manera que la luz reflejada de hecho aumenta por la presencia de la tintura. Esto enmascara lo amarillento de la ropa.

Los tintes fluorescentes difieren ampliamente en su estructura, también difieren en su habilidad de absorberse en la tela.

No debe de asumirse que los blanqueadores opticos o tintes fluorescentes son substituto de los blanqueos ordinarios en las

lavanderias.

Algunos compuestos usados como blanqueadores ópticos son -
derivados de la cumarina o como el ac. 4,4--bis- (benzamidol)-2,2'-
stilbenedisulfónico (I) o la difenilimidazolona (II).



C A P I T U L O VII

DISEÑO DEL LABORATORIO

Este capítulo contendrá algunos fundamentos de los métodos -- analíticos empleados para la determinación de las variables, así -- mismo como el equipo principal que interviene en la elaboración de los análisis.

También se determinarán las Hrs/Hm. necesarias para efectuar dichos análisis y por ende se determinará también el número de analistas requeridos en el laboratorio.

EQUIPO DEL LABORATORIO.

A continuación se nombrarán algunos equipos indispensables en los laboratorios analíticos de control.

(18) BALANZA.

Grandes progresos se han hecho en las últimas décadas en las balanzas analíticas, que han ido desde las de dos charolas hasta la "cadenomática" y finalmente hasta la balanza de carga constante.

Las balanzas automáticas ayudan a minimizar el tiempo de pesaje de la muestra y ayudan a efectuar una rutina menos tediosa.

Esta debe estar colocada sobre una mesa especialmente diseñada para que el estar colocada sobre el piso tenga un mecanismo amor

tiguador de vibraciones.

Se recomienda la balanza marca Mettler H 10 cuya capacidad es de 161 gr. y con una exactitud de ± 0.05 gr.

BURETAS.

Como la mayor parte del trabajo que se efectua en los análisis de detergentes, requiere de titulaciones, se sugiere el uso de buretas automáticas. Al menos se debe de usar una bureta para cada tipo de solución estandard utilizada.

Existen diferentes tipos en el mercado como por ejemplo de la serie 042-606 de Kimax.

Este tipo de buretas eliminan la necesidad de volver a llenar y poner en cero la bureta cada vez que esta es usada.

PIPETAS AUTOMATICAS.

Cuando el volúmen de uso de los reactivos en solución es constante se puede trabajar con este tipo de pipetas que daría la misma exactitud que una probeta graduada.

Un ejemplo de esta pipeta es la serie 192-559 de Kimax.

MATRACES VOLUMETRICOS.

Es muy común que en este tipo de análisis sea necesario disolver materiales en pequeñas cantidades y luego transferir la solución a un matraz de aforar. El proceso de transferencia al matraz incluye la operación de lavado del recipiente que contenía la muestra así como del embudo que sirvió para transferir la muestra; lo único que hay que tener cuidado es el de no formar espuma en la operación de afore.

Se recomiendan dos tipos de matraces, uno de 250 ml. de capacidad para líquidos y pastas y otro de 500 ml de capacidad para las muestras en polvo.

COLORIMETRO.

Un colorímetro fotoeléctrico es muy útil y necesario para -- determinar el color de líquidos. Hay en el mercado colorímetros los cuales pueden checar colores de polvo y pastas. Sin embargo se debe de tener precaución cuando se tomen lecturas de color de los detergentes en polvo ya que tienen abrillantadores ópticos.

Estos aparatos permiten medir el porcentaje de luz transmitida (densidad óptica) por la muestra y se lee el resultado en una escala previamente calibrada.

POTENCIOMETRO.

Existen indicadores universales en el mercado, tanto en tiras de papel como líquidos, con amplios y estrechos rangos de respuesta.

Estos cumplen su finalidad para rápidos resultados en el proceso pero para un laboratorio es esencial el tener un aparato especialmente para el control de la pasta neutralizada.

BAIANZA PARA DETERMINAR HUMEDAD.

En la fabricación de detergentes sintéticos la cantidad de humedad residual es un importante factor a controlar.

Especialmente en el secado por aspersion de polvos que contengan tripolifisfato una cantidad de humedad residual debe de ser de-

jada en el polvo terminado.

La humedad se determina rápidamente en una balanza de rayos infrarrojos como puede ser cualquiera de la marca Cenco. El polvo se pesa directamente en la charola hasta que el indicador marque -cero, la lámpara de rayos infrarrojos se prende y en 10 ó 15 minutos se obtiene el porcentaje de humedad.

APARATOS PARA EXTRACCION.

Extracción líquido/sólido. La extracción se materia activa de sólidos se lleva a cabo fácilmente con el uso de un aparato Soxhlet. La muestra sólida se coloca en una cámara al fondo del aparato la cual se haya conectada por medio de una junta al recipiente en el cual se encuentra el líquido extrayente y la junta de arriba se encuentra conectada a un condensador y se pone la muestra a reflujo. Esta operación dura aproximadamente de 2 a 6 horas dependiendo de la dificultad que se tiene para obtener la separación.

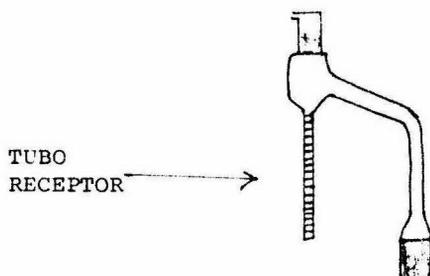
APARATO PARA DETERMINAR EL PUNTO DE EBULLICION.

Si se usan solventes o alquilados (para sulfonación) en la manufactura del detergente es muy necesario usar este tipo de aparato en caso de tener dudas de la calidad recibida o para controlar y prevenir un mal manejo de estos materiales orgánicos.

APARATO PARA DESTILACION DEL AGUA ⁽¹⁹⁾

(19) B.M. Mildwidsky. Practical Detergent Analysis. Pág. 18.

La balanza para determinar humedad se usa primeramente para determinar porcentajes bajos de humedad en el polvo. Para la determinación de agua en líquidos se usa un aparato como el que se dibuja a continuación.



Una cantidad pesada de un líquido, puesto junto con 150 ml. de xileno, se coloca en un matraz para que ebulle la muestra; el aparato dibujado se conecta a un condensador y se deja a reflujo.

Según ebulle el xileno, este arrastrará consigo algo del -- agua, puesto que el agua es más pesada que el xileno ésta se con-- densará y caerá en el tubo receptor y el xileno recirculará y vol-- verá a caer al matraz y volverá a ebulir. El agua es constantemen-- te removida del sistema. Cuando el volúmen en el tubo receptor per-- manece constante, la ebullición se para y el nivel de agua en el -- tubo receptor graduado es leído.

METODOS ANALITICOS.

Desafortunadamente muchas compañías pequeñas, y aún media-- nas, no prestan suficiente atención al control analítico de sus -- productos.

Una razón de ésto es que las pruebas químicas son consumido_{ra}s de tiempo, y es imposible retardar la producción mientras que- exhaustivas pruebas analíticas son verificadas, sin embargo en este trabajo queremos dejar ver la importancia y necesidad del laborato_{ri}o analítico de control.

No es el propósito de este capítulo describir en detalle - los procedimientos analíticos estandard pero si se hablará sobre la manera en que se diseñará nuestro laboratorio.

Siempre habrá un criterio a seguir. Se debe decidir qué tan exacto se quiere el resultado y en que tiempo.

Así por ejemplo, tenemos que para determinar la materia ac- tiva de nuestro producto existe el método de extracción que nos da un resultado hasta la cuarta cifra significativa en un lapso de dos horas. Sin embargo existe un método volumétrico cuyo resultado es- significativo hasta la tercera cifra significativa en un lapso de- 15 minutos aproximadamente.

Debido a esto se diseña al laboratorio para que trabaje de- la siguiente manera:

I.- Análisis de Materia Prima entrante.

Aquí no es un factor crítico el tener un resultado en un -- tiempo record, sino mas bien tener un resultado exacto en un tiem- po razonable (2-3 Hrs.)

II.- Análisis del control del proceso:

Es aquí donde se aplicarán los análisis, en los casos que - así se pueda, el usar métodos analíticos que nos den resultados --

analíticos rápidamente (10-20 min.) y con una exactitud hasta la tercera cifra significativa.

Sin embargo habrá casos que el método analítico sea una limitante para reportar resultados en un tiempo mínimo como es el caso, por ejemplo, del análisis del contenido del silicato en el polvo.

III.- Análisis del Producto Terminado.

En esta parte se analizan si todos los ingredientes están presentes en las proporciones adecuadas a la formulación. Es también aquí donde se recopilará una historia de aquellos análisis que no es posible efectuar dentro del control del proceso, pero hay que hacer notar que los análisis de control son un instrumento en el cual se reflejan variaciones de cualquier índole.

A continuación se nombrarán algunos de los métodos analíticos los cuales, si se desean, pueden, ser estudiados exhaustivamente en la literatura correspondiente.

ANALISIS DE MATERIA PRIMA.

Para poder tener un buen producto se necesita primero tener una buena materia prima y posteriormente un buen control de proceso.

Aquí se hace necesario que el laboratorio lleve historiales de los comportamientos de las variables de cada materia prima.

Identificación de Líquidos Orgánicos.

Se puede identificar su pureza por tres métodos: Por un índice de refracción, densidad y su punto de ebullición.

Identificación de materiales sólidos.

Aquí se analizarán las variables específicas y críticas de cada materia prima.

Sulfato de Sodio: Color. Con un colorímetro. Tamizaje: --
Por medio de mallas (Las especificadas)

Silicato de Sodio Líquido:

Aquí la gravedad específica se relaciona con la concentración; esto es que va a ir en función directa de la relación Na_2O a SiO_2 . Por medio de una gráfica se puede conocer el % Na_2O vs - gravedad específica y con respecto a una misma relación de Na_2O a SiO_2 .

Alcalis.

La concentración de sosa y potasa en la forma líquida puede ser checada fácilmente midiéndoles la densidad.

Sin embargo también existe el método de titulación con el - indicador específico como puede ser la fenolftaleína.

Tripolifosfato.

En este caso el contenido de % P_2O_5 es la variable a medir - y esto se puede determinar rápidamente mediante una hidrólisis con ácido nítrico dejándolo en ebullición por 30 minutos y se titula - primero con solución standard de sosa y luego se retitula con solución standard de ácido.

Acido Sulfúrico.

Como este absorbe mucha humedad del aire, se necesitan pipetas especiales para pesar la muestra cuando se analiza químicamente

su pureza.

Un método que sirve para determinar la concentración es el de medirle la gravedad específica.

Carboximetil Celulosa de Sodio.

Debido a que las soluciones de C.M.C. son tixotrópicas la determinación de la viscosidad dependerá estrechamente del método analítico usado.

Un método recomendado es el siguiente: En un vaso de precipitados colocar 190 ml. de agua a 25°C y agitandola añadirle lentamente 10 gr. de muestra y seguir agitando por 20 min.; dejar reposar dos horas y luego determinar la viscosidad.

Para mayores detalles de los métodos analíticos de materias primas se puede referir al libro Practical Detergent Analysis de la Mac Nair-Dorland Company y cuyo autor es B.M. Milwidsky.

ANALISIS DE CONTROL.

Se mencionará aquí el método analítico conocido para la determinación del porcentaje de activo presente en el polvo manufacturado.

La razón por la cual se nombra principalmente este método analítico es debido a que el contenido de dodecil bencen sulfonato de sodio en el producto terminado es lo que más control requiere ya que es manufacturado en la misma planta y no proviene de ningún proveedor el cual en un momento dado debería de recibir nuevamente su producto si se encuentra fuera de especificaciones; en cambio cual-

quier situación de control en la fabricación del dedecil bencen sul-
fonato o en la adición del mismo en el mezclado significa pérdida -
de dinero para la compañía manufacturera. El método analítico con--
siste en lo siguiente:

La primera etapa es pasar la muestra a una forma de solución
esto se logra pesando 10 gr. de muestra y transfiriéndola a un ma--
traz aforado de 500 ml. se pipetea 25 ml. de alícuota a un matraz-
250 ml. y se afora.

Posteriormente se pipetea 20 ml. de esta solución a una pro-
beta graduada de 100 ml. y se le agregan 20 ml. de solución de azul
de metileno más 20 ml. de cloroformo. Se tapa y se agita. El color-
azul aparecerá en la capa de cloroformo. De una bureta se le agregan
pequeñas porciones de una solución 0.002 M de una solución de sal -
cuaternaria de amonio previamente estandarizada. Se agita y se deja
reposar hasta que se separen las dos capas. El color azul irá emi--
grando hacia la capa acuosa. Cuando el color tanto en la capa acuo-
sa como en la orgánica sean iguales, significa que el punto final -
de la reacción ha sido alcanzado. Los cálculos son:

$$\% \text{ de Detergente} = \frac{\text{Titulación} \times \text{Factor}}{\text{Peso de muestra en alícuota}}$$

Factor = Se determina estandarizando la solución contra --
una muestra de valor conocido.

Un ejemplo de sal cuaternaria de amonio es el cloruro de - -

cetyl trimetil amonio que comercialmente puede ser adquirido con un grado de pureza Q.P.

La solución de la sal cuaternaria de amonio es estandarizada contra ácido palmítico químicamente puro o contra cualquier otro -- ácido graso de cadena larga.

Se disuelve una cantidad determinada de este estandard (ácido graso) en alcohol y se neutraliza con potasa caustica, se diluye y se titula como se explicó anteriormente.

Cuando una sal cuaternaria de amonio es añadida a la solución que contiene detergente, el catión de la sal cuaternaria y el anión del detergente aniónico se combinan en forma equivalente a expensas del complejo formado por el azul de metileno y detergente. El azul de metileno es "soltado" del complejo y como es insoluble en cloroformo, el color azul reaparece en la capa acuosa.

(El detergente aniónico forma un complejo con el azul de metileno el cual es soluble en el cloroformo, y cuando el detergente-aniónico diluido, el azul de metileno y cloroformo mezclados, aparece un color azul en la fase cloroformica).

Otro análisis importante es el de control de humedad del producto, y la manera de hacer este análisis es mediante el uso de una balanza con focos de rayos infrarrojos cuyo funcionamiento fue explicado anteriormente.

ANALISIS DE PRODUCTO TERMINADO.

En este punto se deben de obtener resultados que indiquen si la proporción de los constituyentes del detergente es correcta.

Aquí el factor tiempo no es tan crítico. Los análisis de activo y humedad se hacen de la misma manera que los análisis de control.

Análisis de P_2O_5 : Es importante la determinación del % - - P_2O_5 ya que el fosfato va a actuar como agente secuestrante de dureza y cualquier bajo nivel de éste, es notado por el consumidor .

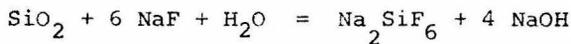
La manera de analizarlo es la siguiente: De la muestra diluida se toman 50 ml. y se pasan a un matraz Erlenmeyer y se le agregan 50 ml. de ácido nítrico diluído, se calienta y se deja a ebu--llición por un período de 20 min. Después de ésto se enfría y se - le añaden unas cuantas gotas de anaranjado de metilo como indica--dor y se le adiciona gota a gota sosa cáustica concentrada hasta - que un color amarillo permanezca en la solución.

De una bureta se le añade solución estándar de ácido N/2 -- hasta que la solución cambie a naranja o rojo, luego se le añade - fenolftaleína y se titula con solución estándar de Alkali hasta que un color rosa aparezca.

$$\% P_2O_5 = \frac{\text{Titulación} \times \text{Normalidad} \times 7.1}{\text{Peso Muestra}}$$

Silicato de Sodio: Las determinaciones de Silicato es un - método en general cansado y tedioso y no se considera importante - en el control del proceso pero si requiere atención en los repor--tes de producto determinado. Sin embargo se ha desarrollado un mé--todo simple, en el cual el fluoruro de sodio es añadido a la solu--ción de detergente.

Este se combina con el silicato, de acuerdo a la siguiente-reacción:



Y la titulación de la sosa nos da una medida del silicato.

Otro método importante es el de eficiencia de reacción. El-cual indicará el grado de sulfonación en el dodecil benceno y con-siste básicamente en extraer de la muestra el dodecil benceno no -reaccionado por medio de un solvente en el cual detergente sea so-luble pero no así el dodecil benceno, como puede ser la Metil-Etil Cetona quedando el cálculo de la siguiente manera.

$$\text{Porcentaje de Materia No Sulfonada} = \frac{a \times 100}{\text{Peso de la Muestra}}$$

Siendo a = Peso de material no sulfonato.

Cada una de las materias primas con sus variables respecti-vas por medir, los puntos variables sujetos a medición en el proce-so, así como el producto terminado y los materiales de empaque son analizados de acuerdo a normas analíticas probadas. La exactitud -que un laboratorio reporte dependerá grandemente del grado de entre-namiento que tengan los analistas.

DETERMINACION DEL NUMERO DE ANALISTAS.

Se ha explicado en las líneas anteriores los pasos a seguir de algunos de los métodos analíticos pero es necesario pensar que-todos los pasos que intervienen en los análisis son consumidores -

del tiempo de los analistas que efectúan ese análisis.

Para determinar el número de analistas requeridos se hace necesario primero, dar un tiempo de duración a cada análisis que el laboratorio efectuará. Al determinar este tiempo hay que considerar que éste será función directa de diversas variables: (20)

- A.- Localización de material de vidrio.
- B.- Localización de reactivos (soluciones)
- C.- Localización de las balanzas.
- D.- Tiempo necesario para tomar el material de vidrio y/o - uso de equipo.
- E.- Tiempo necesario para la preparación de soluciones y/o reactivos.
- F.- Tiempo necesario para tomar la muestra, pesar, y disolverla.
- G.- Tiempo que el analista "estandard" necesita para efectuar el análisis.
- H.- Tiempo necesario para reportar resultados.

La figura 7.1 resume los pasos que intervienen en la duración del análisis.

(20) Catalytic Construction Company. Método del Camino Crítico.- Pág. 13-15.

RUTA CRITICA DE ANALISIS

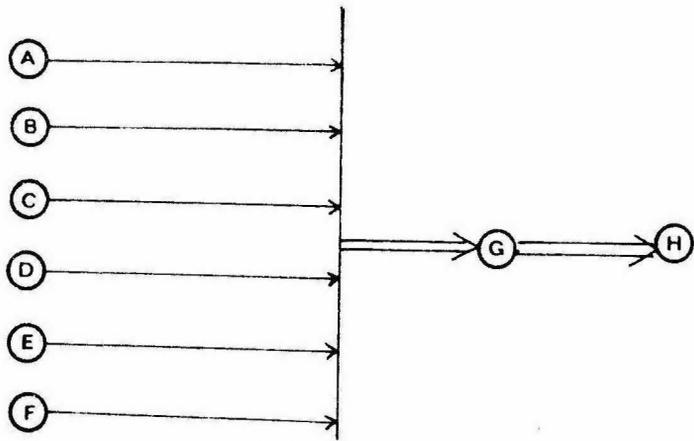


FIG. 7.1

Las variables A \rightarrow F son con las que se puede actuar para minimizar el tiempo necesario para reportar el análisis.

A continuación se dará una lista de los tiempos necesarios para que el laboratorista efectue su análisis y reporte.

Esto fue hecho tomando en cuenta los factores antes mencionados; y también que a pesar de que cada laboratorista repite varias veces el mismo método analítico el tiempo de este variará por lo -- que se hace notar que en la siguiente lista se da mayor, menor y -- tiempo promedio de cinco determinaciones de un mismo análisis.

DE CONTROL

ANALISIS	MAYOR	MENOR	MEDIA	FRECUENCIA BASE DIARIA	HRS/HM
% H ₂ O en el mezclado	11.5	9.0	10.0	9.0	1.50
D.D.B.NR en la pasta	75.0	65.0	69.0	11.0	12.65
% D.D.B.Na en la pasta	28.0	23.0	26.0	3.0	1.30
H ₂ O de la pasta	11.5	9.0	10.0	22.0	3.67
Na ₂ SO ₄ de pasta	15.0	10.0	1.3	15.0	3.25
pH de pasta	8.0	7.0	7.25	15.0	1.81
T O T A L					24.18

DE MATERIA PRIMA

MATERIA PRIMA	ANALISIS	MINUTOS POR ANALISIS			FRECUENCIA BASE DIARIA	HR/HM
		MAYOR	MENOR	MEDIA		
D D B	Peso molecular	95.0	85.00	90.0	4	6.00
H ₂ SO ₄ 100%	Concentra- ción	16.0	13.00	14.0	6	1.40
	p.p.m. de Fe	19.25	18.00	18.75	6	1.88
NaOH	% Na ₂ O	8.5	7.25	7.90	4	0.53
SiO ₂ X Na ₂ O	Sólidos tota les	28.0	23.00	24.0	2	0.30
	% Na ₂ O	8.5	7.25	7.90	2	0.26
	Relación	6.5	5.00	5.8	2	0.19
T P F Na	% P ₂ O ₅	23.0	18.00	23.5	4	1.57
	T de H	33.0	26.00	29.0	4	1.93
C M C	Tamizaje	10.0	8.5	9.25	8	1.22
	Viscosidad	23.0	19.00	22.00	8	2.93
	H's sustitui bles	25.0	20.00	22.75	8	3.03
ABRILLANTADOR	Tamizaje	10.0	8.5	9.25	5	0.77
COLORANTE	Tamizaje	10.0	8.5	9.25	10	1.54
Na ₂ SO ₄	Tamizaje	10.0	8.5	9.25	1	0.15
T O T A L						

107-A

DE PRODUCTO TERMINADO

ANALISIS	MAYOR	MENOR	MEDIA	FRECUENCIA BASE DIARIA	HRS/HM
% D.D.B.NR.	75.0	65.0	69.0	14	16.10
% D.D.B.Na	28.0	23.0	26.0	4	1.73
% H ₂ O	11.5	9.0	10.0	5	0.83
% Na ₂ SO ₄	30.0	22.5	25.0	5	2.08
% SiO ₂	75.0	68.0	72.0	3	3.60
% P ₂ O ₅	45.0	38.0	43.5	14	10.15
Densidad	7.5	7.0	7.3	16	1.95
T O T A L					<u>36.44</u>

MATERIALES DE ENVASE

ANALISIS	MAYOR	MENOR	MEDIA	FRECUENCIA BASE DIARIA	HRS/HM
Dimensiones carton	9.0	8.0	8.4	50	7.00
Compresión	11.0	9.0	10.1	50	8.42
Polietileno calibre	2.0	1.0	1.50	53	1.33
Distancia marca ojo eléctrico	1.0	0.90	0.95	161	2.55
T O T A L					<u>19.30</u>

Para detrrminar el número de analistas necesarios se da por hecho que éstos laborarán 8 hrs. por díade trabajo por lo que a -- continuación se da una lista indicadora del número de analistas ne cesarios para poder cumplir con el trabajo; se debe de hacer notar que cualquier resultado que numericamente no sea la unidad comple- ta, el número de analistas requerido será el siguiente número ente ro.

Para determinar el número de analistas dividimos las Hrs/Hm totales por área entre 8.

Así quedará entonces:

$$\text{Area I Materia Prima} = \frac{24.20}{8} = 3.03 \text{ Analistas}$$

$$\text{Area II De Control} = \frac{24.18}{8} = 3.02 \text{ Analistas}$$

$$\text{Area III De Producto terminado} = \frac{36.44}{8} = 4.56 \text{ Analistas}$$

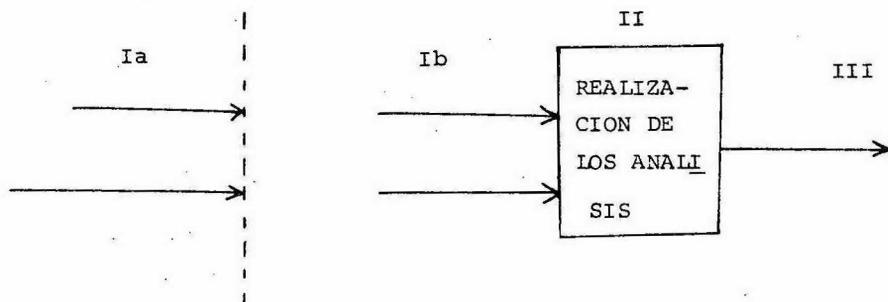
$$\text{Area IV De Materiales y Envase} = \frac{19.30}{8} = 2.41 \text{ Analistas}$$

$$\underline{\text{T O T A L}} \qquad \qquad \qquad \underline{13.02 \text{ Analistas}}$$

Como en este caso la cantidad excede 0.02 al número entero - inmediato anterior, el número se redondeara a 14, en conclusión se- necesitarán 14 analistas.

C A P I T U L O VIII
FUNCIONAMIENTO DEL LABORATORIO

Este laboratorio como cualquier otro, debe ser planeado de acuerdo a las necesidades que va a satisfacer, se podría utilizar las mismas consideraciones de un balance de materia de la siguiente manera:



Ia.- Análisis requeridos en función de lo que será necesario analizar. Consta de las normas analíticas que servirán de guía al analista; estas normas analíticas deberán estar diseñadas óptimamente de tal manera que el costo del análisis sea lo más bajo posible sin que esto cause una pobre exactitud y reproducibilidad del mismo; en esta monografía no es el objeto hacer notar de una manera profunda la optimización ni la descripción de los métodos analíticos usados en las determinaciones de las variables y atributos sino describir el control que se aplica para tener una medición de la reproducibilidad del análisis y capacidad del analista.

Ib.- Una vez determinadas brevemente en el capítulo anterior las normas o métodos analíticos, se procederá a hacer lo siguiente:

Ib1.- Una lista de reactivos haciendo una notación en aquello que tenga mayor índice de uso, para así tener siempre un buen inventario.

Ib2.- Asimismo se hará una lista del equipo necesario y del material de vidrio. Aquí será necesaria una especial atención de la manera en que se mantendrá en óptimas condiciones, lo cual se explicará posteriormente.

II.- Realización de los análisis. Esto es el paso más complejo en la estructura del laboratorio; comprende una serie de factores que se deben conjuntar en forma armónica y equilibrada siendo estos factores los siguientes:

la. Parte.

a) Establecimiento del tiempo necesario que el analista invertirá realmente en la ejecución del método analítico y se expresará en Horas-hombre/análisis.

b) Se determinará el tiempo total del análisis, es decir, el tiempo que se tendrá que esperar para tener un resultado analítico-expresado en horas, a esto se le conoce en inglés como "elapsed time".

c) Se calculará el área necesaria aproximada en donde se efectuará manualmente la norma analítica: mesas, gavetas, tomas de gas, etc.

d) De acuerdo a lo anterior se determinará el número de analistas requeridos para cumplir con las demandas del número de análisis establecido en el capítulo anterior.

2a. Parte.

Control de reactivos: Todo reactivo recibido en los laboratorios tiene su certificado de garantía que indica la pureza del mismo, sin embargo es conveniente checarlas de vez en cuando según sea el criterio deseado.

Material de vidrio. Todo el material de vidrio será calibrado, y estandarizado para asegurarse que los volúmenes que indican es el verdadero: buretas, pipetas, volumétricas, recipientes para lectura de humedades etc. En el caso de los hidrómetros y termómetros es necesario checarlos contratermómetros e hidrómetros estándar.

Equipo. No es el objetivo dar un procedimiento acucioso para estandarizar el equipo de un laboratorio aunque se mencionará la manera de hacerlo en aquellos aparatos que se usará en el laboratorio:

Balanzas. Se checarán contra pesas de valor conocido, no magnéticas de 80% Ni y 20% Cr, manejando estas pesas con pinzas para evitar se les adhiera grasa de las manos.

Espectrofotómetro. Se calibrará la Transmitancia o absorben-
cia contra una celda de calibración como puede ser la de CCl_4 y a una determinada longitud de onda.

Potenciómetro: Se recomienda checarlos y estandarizarlos una vez el día por lo menos, con solución buffer de pH 4,7 y 10.

Soluciones: Estas se preparan usando ampollitas que pueden ser compradas en las casas especializadas del ramo junto con el --

certificado de garantía, y serán revaloradas al menos cada quince días.

Seguridad: A toda persona que trabaje en un laboratorio es necesario hacerle notar, acerca del manejo de las soluciones ácidas o cáusticas así como las venenosas:

Estos posibles peligros quedan anulados con el uso de guantes y lentes de seguridad, así como, poner en recipientes metálicos los botellones que contengan estas soluciones.

Otra medida precautoria es el pipetear usando una perilla y no con la boca, en fin, en términos generales es el propósito de este estudio el describir los procedimientos específicos para estructurar un laboratorio, lo que también se verá de una manera profunda es el sistema que seguirá el laboratorio por el cual se asegurará la veracidad de los resultados analíticos reportados, o sea el funcionamiento del mismo.

Sistema de autocontrol de los analistas: Todo laboratorio debe de tener un sistema de autocontrol que permita una reproductibilidad y confiabilidad de los resultados de las normas analíticas usadas.

Para ésto se tendrá que desarrollar un sistema de seguridad para el autocontrol, de la siguiente manera:

1.- A todos los analistas se les hará mensualmente un reconocimiento teórico-práctico de los conocimientos y procedimientos manuales de las normas analíticas que efectúa.

Esto asegurará que el analista tenga siempre la técnica prác

tica que señala la norma analítica así como tener siempre en mente las razones químicas y/o físicas en que se fundamenta dicha norma.

2.- A los analistas se les darán muestra con valores ya conocidos para que en caso de duda recurran a éstas y así asegurarse -- que están reportando un resultado verídico y/o de investigar las -- causas de un resultado equivocado.

3.- Este paso es quizá el más importante ya que en él se deberá mantener un record de la "habilidad y capacidad" del analista para tener reproducibilidad de análisis. Esto se logrará de dos formas.

3a. A cada analista se le darán muestras, sin que el lo sepa, que él ya haya analizado con anterioridad, esto dará el grado de reproducibilidad de análisis que tenga desarrollado.

3b.- En el caso que dos o mas analistas ejecuten los mismos análisis, además de aplicarles la técnica descrita en el paso anterior, se les darán muestras cruzadas, es decir, las muestras analizadas por el analista A serán entregadas al analista B, y viceversa, esto lógicamente dará la confiabilidad del resultado analítico-independientemente del analista que lo efectúe, además indicarán, - en caso de no correspondencia, la posibilidad de error en el procedimiento de cualquiera de ellos, ya que en el caso anterior habrá - reproducibilidad de resultados aunque con una posible repetibilidad de error.

4.- Para tener aún mas un nivel mayor de confiabilidad en los resultados reportados por el laboratorio se hace necesario un análisis

sis de muestras que hayan sido analizadas con un tiempo de 2 meses atrás. Este análisis lo efectuarán los mismos miembros del laboratorio, sin que ellos se enteren de que muestra es. Esto indicará, - - cuando haya un resultado erróneo, si la causa de la equivocación se debe a una solución mal preparada o un equipo defectuoso, una vez - que ya se hayan investigado las posibles causas enumeradas en los - - números anteriores.

Todos estos sistemas de seguridad se justifican completamente en un análisis de costos ya que un resultado analítico falso puede significar miles de pesos de pérdida y nula calidad en el producto ya manufacturado.

Es necesario también establecer una frecuencia de los análisis del sistema de seguridad del autocontrol analítico. Esta frecuencia de análisis será establecida por la importancia de los factores controlantes involucrados en las variables y atributos de los elementos integrantes del proceso. Así por ejemplo en el caso de la materia prima Acido sulfúrico el factor controlante será el contenido de % H_2SO_4 en el mismo, así que en este caso se checará esta variable, como en el caso del tripolifosfato se checará el contenido de P_2O_5 , etc.

Así pues en el caso de materia prima se sugiere que de cada materia prima, mensualmente se haga un análisis de la muestra conocida, una vez por semana un análisis de muestra que ya haya sido analizada por el mismo analista y una vez cada dos semanas muestras cruzadas.

Esto lo podríamos resumir en el siguiente cuadro:

MATERIA PRIMA	FACTOR CONTROLANTE	FRECUENCIAS		C/2SEM
		MENSUAL	SEMANAL	
H ₂ SO ₄	% H ₂ SO ₄	X	X	X
DODECIL BENCENO	Peso Molecular	X	X	X
SOSA	% Na ₂ O	X	X	X
TRIPOLIFOSFATO DE SODIO	% P ₂ O ₅	X	X	X
	T d H	X	X	X
SILICATO DE SODIO	% Na ₂ O	X	X	X
Na ₂ SO ₄	Tamizaje	X	X	X

SILICATO DE SODIO SALIDAS TOTALES		COLORANTE TRANSFERENCIA	CARBOXIMETIL CELULOSA VISCOSIDAD		
1	40.1	68.35	1200		
2	40.0	68.29	1198		
3	40.0	68.33	1198		
4	40.1	68.40	1203		
5	40.0	68.43	1200		
6	40.1	68.35	1199		
7	40.0	68.40	1200		
8	40.1	68.35	1201		
9	40.0	68.40	1198		
10	40.0	68.37	1199		
11	40.1	68.37	1201		
12	40.0	68.40	1202		
13	40.02	68.30	1201		
14	40.1	68.40	1200		
15	40.0	68.35	1201		
\bar{x} =	<u>40.05</u>	\bar{x} =	<u>68.37</u>	\bar{x} =	<u>1200.07</u>
S =	<u>0.06</u>	S =	<u>0.04</u>	S =	<u>1.46</u>

DODECIL BENCENO PESO MOLECULAR		ACIDO SULFURICO CONCENTRACION	HIDROXIDO DE SODIO CONCENTRACION	TRIPOLIFOSFATO DE SODIO % P ₂ O ₅			
1	246	65.3	31.1	57.1			
2	245	65.5	31.2	57.2			
3	246	65.4	31.1	57.2			
4	245	65.5	31.1	57.1			
5	247	65.4	31.2	57.2			
6	246	65.3	31.2	57.1			
7	247	65.4	31.1	57.2			
8	246	65.4	31.2	57.1			
9	247	65.3	31.1	57.1			
10	246	65.3	31.1	57.1			
11	245	65.3	31.3	57.2			
12	246	65.4	31.3	57.2			
13	247	65.4	31.3	57.2			
14	246	65.4	31.3	57.2			
15	246	65.4	31.1	57.1			
X =	246.07	X =	65.38	X =	31.2	X =	57.15
S =	0.75	S =	0.07	S =	0.9	S =	0.05

A continuación se dan las desviaciones estandar de algunos de los análisis basádonos en que una misma muestra fue analizada 15 veces.

Dándose a continuación las desviaciones estandar de los -- análisis de materia prima (factor controlante)

Desviaciones estandard de muestras de Control y de Producto Final.

A	H ₂ O	B % Detergente	Na ₂ SO ₄	SiO ₂	Fosfato	pH
1	9.9	53.9	14.43	4.1	13.60	7.70
2	9.7	54.0	14.36	4.0	13.64	7.65
3	10.0	54.1	14.35	4.1	13.65	7.75
4	9.8	54.1	14.61	3.9	13.59	7.70
5	9.8	54.0	14.60	3.9	13.68	7.65
6	9.7	54.1	14.52	3.8	13.60	7.70
7	9.9	53.9	14.38	3.8	13.63	7.68
8	10.0	53.8	14.37	3.9	13.64	7.70
9	9.9	54.1	14.52	3.8	13.66	7.68
10	9.8	54.0	14.43	4.1	13.62	7.70
11	9.7	54.1	14.39	4.1	13.61	7.65
12	10.0	54.1	14.48	4.0	13.63	7.72
13	9.9	54.0	14.46	3.9	13.67	7.72
14	9.8	53.9	14.42	4.1	13.66	7.70
15	9.9	53.8	14.39	4.0	13.65	7.69
\bar{x} =	<u>9.8</u>	\bar{x} = <u>54.0</u>	\bar{x} = <u>14.45</u>	\bar{x} = <u>3.97</u>	\bar{x} = <u>13.64</u>	\bar{x} = <u>7.69</u>
S =	<u>0.10</u>	S = <u>0.11</u>	S = <u>0.10</u>	S = <u>0.12</u>	S = <u>0.08</u>	S = <u>0.03</u>

Esto ayudará a conocer la dispersión de un analista en la re producibilidad de su trabajo cuando se le da una muestra.

El ideal de la dispersión del promedio de los resultados ana líticos deberá ser de 15 o sea que los analistas deberán reportar - en el casi 95 % de las veces en un rango de $\pm 1S$ de dispersión con relación al valor medio del resultado analítico y nunca fuera de $\pm 1.6 S$ que representa que el 90% reportarán siempre dentro de este- rango es decir que 9 de cada 10 análisis deberán de estar dispersa dos dentro de un rango de $x \pm 1.66 S$.

Cualesquiera resultado fuera de este rango no debe de ser -- permitido y se debe de hacer notar al analista su incremento en el valor de la desviación estandard del análisis comparandolo contra - el ya establecido.

Resumiendo, pues, es necesario tener en el laboratorio un -- control que mida e informe de las funciones de los análisis y de -- los técnicos laboratoristas.

La frecuencia de análisis del sistema de autocontrol es el - siguiente:

- A: Muestrade valor conocido.
 - B: Muestra analizada por el mismo analista.
 - C: Muestras cruzadas (Cambio de muestras a diferentes ana-- listas:
- Analista A verifica muestra de analista B y vicever-- sa)

F R E C U E N C I A

ANALISIS	MENSUAL	SEMANAL	QUINCENAL
Humedad	xx	xx	xx
% Detergente	xx	xx	xx
% Sulfato de Na	x	x	x
Silicato	x	x	x
Fosfato	x	x	x
pH	x	x	x

El caso de autocontrol de atributos es diferente al de varia-- bles y se puede generalizar para todas las materias primas, produc-- to terminado y materiales de envase.

Se explica brevemente a continuación:

Ya que el inspector calificará en forma apreciativa, aunque de acuerdo a un estandard, los atributos involucrados en el proceso se hace necesario que tenga siempre el mismo criterio al emitir sus apreciaciones.

Lo que se recomienda es que en base diaria se le de al inspector un atributo que ya haya sido calificado por él mismo inspector emitiendo el, nuevamente otra calificación que deberá ser igual a la calificación dada por el mismo en la operación anterior.

Personal de Inspección.

Inspeccionar un producto es determinar si cumple o no las condiciones exigidas al mismo admitiendo aquellas unidades que las satisfacen, y rechazando las demás.

Estas condiciones se refieren tanto a sus dimensiones o presentación como a su comportamiento, rendimiento y características.

Es, pues, muy importante elegir cuidadosamente el personal de inspección, ya que ha de reunir cualidades y características especiales siendo las más importantes el tener un sentido común, juicio claro y concepto de la responsabilidad.

Los inspectores deben tener un exacto conocimiento de sus responsabilidades, limitación y deberes, actuando de acuerdo con ellos, sin adoptar actitudes demasiado rígidas, creyendo que su única misión es rechazar y que sólo han cumplido con su deber cuando han rechazado muchas piezas. Su objetivo fundamental es dar su conformidad a todas las piezas que cumplen con las condiciones exi

gidas y deben sentirse satisfechos cuando la inspección de un lote ha admitido todas las piezas.

Tampoco deben creer que han de ayudar a sus compañeros de -- trabajo y que los perjudican si rechazan las piezas ejecutadas por ellos. Al margen de su concepto de compañerismo y la amistad deben estar convencidos de que dentro de la fábrica sus misiones son completamente independientes, aunque colaboren con un fin común, debiendo desconocer totalmente el nombre del operario que efectúe el trabajo que ha de inspeccionar.

Un producto será rechazado cuando se tenga la seguridad de -- que no cumple las condiciones exigidas y en caso de duda y cuando se trate de un producto de gran importancia por su valor o sus consecuencias, los inspectores consultarán siempre con sus jefes.

Por otra parte es necesario tener en cuenta que los inspectores son seres humanos sometidos a error en sus juicios, aunque estén equipados con los calibres y elementos de medición y de pruebas más perfectos. Si un producto defectuoso es admitido o al contrario, el responsable es el inspector, el cual debe tener conocimiento de su falta y sentirse responsable de la misma.

Los inspectores deben tratar de conocer las causas frecuentes que originan un error repetido, aunque estas tendencias son casi siempre descubiertas por las gráficas de control; siempre que -- sea posible, deberá prevenir al personal de control de esta circunstancia, pues ello contribuirá a eliminar los procedimientos defectuosos.

Como norma general el comportamiento de todo el personal de inspección será de total cooperación con el de los demás departamentos, adaptándose siempre que sea posible al ritmo de la producción y en los casos de urgencia de determinado producto, debe estudiarse el procedimiento de variar, si fuera necesario, el programa de trabajo, respetando siempre escrupulosamente las normas y las técnicas de inspección.

A su vez, en la programación de la fabricación de un producto y en la fijación de los plazos de entrega, el departamento de producción debe tener en cuenta que la Inspección necesita de un cierto tiempo para llevar a cabo su labor, y que el producto no está terminado hasta que ha sido llevada a cabo la inspección final y las pruebas de recepción, con resultados satisfactorios.

Distribución de Personal.

En el capítulo anterior se determinan el número de analistas necesarios para efectuar el trabajo.

Ahora se discutirá la manera en que se van a distribuir esas gentes, en otras palabras, la manera en que van a hacer funcionar al laboratorio para dar el mejor servicio a la fábrica.

Para poder hacer esto hay que tomar en cuenta los siguientes factores.

- 1.- Se trabajan tres turnos por día.
- 2.- Se laboraran turnos de 8 horas cada uno.
- 3.- Se trabajaran 5 días a la semana.
- 4.- El personal rolará turnos.

Los analistas tendrán distribuidas sus responsabilidades por áreas como están explicadas en el capítulo anterior.

Asimismo se dará su distribución por turnos:

Primer turno: De 08 a 16 hrs.

Area I (Materia Prima) = 1 analista
 Area II (Control de Proceso) = 1 analista
 Area III (De producto terminado) = 2 analistas
 Area IV (Materiales de envase) = Analista A

Segundo turno: De 16 a 24 hrs.

Area I = 1 analista
 Area II = 1 analista
 Area III = 1 analista
 Area IV = 1 analista

+ Analista B

Tercer turno: De 24 a 08 hrs.

Area I = 1 analista
 Area II = 1 analista
 Area III = 1 analista
 Area IV = 1 analista

* Balance de analistas por/area

	Se tiene	Se necesitan	Diferencia
Area I	3	3.03	0.03
Area II	3	3.02	0.02
Area III	4	4.56	0.56
Area IV	<u>2</u>	<u>2.41</u>	<u>0.41</u>
	12	13.02	1.02

Aprox. 2 analistas.

Es decir se requieren 2 analistas más que completen las demandas de análisis. Estos analistas deberán tener una versatilidad tal que les permita realizar bien los análisis de dos áreas, o sea, que el analista A estará a cargo de 0.56 hrs. del Area III mas 0.02 hrs. del Area II.

El analista B efectuará los análisis del Area I = 0.03 más - los del Area IV = 0.41.

Estos analistas (A y B) podrán efectuar labores de analista-"comodín" para aumentar la eficiencia de su trabajo.

Estos analistas serán los jefes del primero y segundo turno; el jefe del tercer turno será aquel que demuestre más capacidad del resto del personal.

Los analistas A y B quedarán fijos en los turnos que se les asigne y el personal restante rolará turnos; Una semana en primero, otra más en segundo turno, y otra más en tercero, para volver a iniciar el ciclo a la cuarta semana en primero.

C A P I T U L O IX

COSTOS

En compañías que aplican el control de calidad, incluyéndose en éste el control con un laboratorio adecuado, como es debido se les presente un doble reto:

1.- Que introduzcan perfeccionamiento en la calidad de sus productos y en sus prácticas.

2.- Que efectuen reducciones de consideración en el total de los costos de la calidad.

Los programas de control total de la calidad han podido resolver los dos problemas de mejor calidad y menor costo. La razón de que sea posible lograr mejor calidad resulta bien clara si se atiende a que la prevención de errores se ejercita paso a paso por medio de programas técnicamente establecidos.

Sin embargo, el logro en la reducción de los costos de la calidad no es tan obvio, especialmente porque se basa en una reducción de gastos en las actividades del control de calidad.

(21) Costos de la Calidad. Se pueden clasificar en tres ramas principales a saber:

A.- Costos de Prevención.

B.- Costos de Evaluación.

C.- Costos de fallas.

A.- Los costos de prevención, tienen como finalidad el evitar que ocurran defectos. Los elementos que los componen son, ingenieros de control de calidad y empleados adiestrados en asuntos de calidad.

B.- Los costos de evaluación incluyen los gastos necesarios para conservar en la compañía los niveles de calidad, por medio de una evaluación formal de la calidad de los productos, estos gastos comprenden los de los elementos de inspección, laboratorio y pruebas especiales.

C.- Costos por fallas. Los cuales son causados por materiales y productos defectuosos, que no satisfacen las especificaciones de calidad de la compañía. Incluyen elementos inútiles, elementos por reprocesar, desperdicios y quejas que provienen del mercado.

Veamos lo que de hecho acontece con relación a costos en el control de calidad.

Primero.- Cuando los costos de prevención aumentan para pagar la calidad apropiada de servicios ingenieriles, ocurre que un gran número de defectos dejan de producirse, esta reducción de defectos significa una reducción substancial de costos por fallas.

Segundo.- Cosa semejante pasa con los costos de evaluación. Un aumento en los costos de prevención causa una reducción en deficiencias lo que origina un efecto positivo en los costos de evaluación por reducirse necesariamente las rutinas de inspección y pruebas de laboratorio.

Finalmente; cuando se obtiene un mejor equipo de control de

calidad, de personal y de prácticas, resulta una reducción adicional en los gastos de evaluación. A mejor calidad en el equipo de laboratorio y de inspección, modernización de las prácticas del control de la calidad, y el reemplazo de varios operadores de rutina por un número menor pero mas eficiente de inspectores y operadores en el control del proceso, provoca una baja positiva en los costos de la función de evaluación. El resultado final es una reducción considerable de los costos y un aumento en el nivel de calidad.

En el caso específico del laboratorio queda clasificado en los costos de evaluación, como parte de ellos ya que no se olvide hay que incluir los de inspección y pruebas especiales.

Aquí nuevamente interviene la política de la compañía para adquirir equipo y personal de evaluación capaz de efectuar su trabajo con el nivel deseado.

Para el caso del laboratorio de la fábrica de detergentes requiere equipo que proporcione resultados con exactitud hasta de 0.001 cifra significativa, y personal con preparación a nivel de técnico de laboratorio.

La empresa fijará aquí la política a seguir en la cual quedará especificada la calidad de equipo que se comprará así como personal que se va a contratar y al cual se le pagará un salario determinado.

C A P I T U L O X

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1.- En cualquier negocio o empresa se enfrenta uno con un - proceso administrativo que en términos generales presenta los siguientes pasos:

a.- Planeación. Que fija el objetivo que se trata de perseguir. (22)

b.- Organizar. O sea la tarea de determinar la forma en que habrá que repartir el trabajo.

c.- Integrar. Que consiste en seleccionar al personal calificado para realizar el trabajo.

d.- Dirigir. Es la función que consiste en lograr la acción necesaria para alcanzar los objetivos deseados.

e.- Controlar. Que consiste en medir los resultados alcanzados, en relación con el plan formulado, en premiar el personal, de acuerdo con el trabajo desarrollado y en volver a planificar el trabajo, a fin de hacer las correcciones necesarias, empezando así nuevamente el ciclo.

2.- El laboratorio es pues, una de las partes integrantes - de este proceso administrativo, en el quinto paso del mismo.

El laboratorio será el termómetro que medirá la eficiencia del personal de manufactura en lo que a control de la calidad se -

(22) R Alec Mackenzie. El Proceso Administrativo en 3a. Dimensión. pág. 1,2,11-16.

refiere; también cumple el objetivo de ayudar a corregir cualquiera de las desviaciones que se tengan durante el proceso; mide asimismo la calidad que tiene el producto al salir al mercado.

Siendo de igual forma su función el de cotejar la materia -- prima de acuerdo a especificaciones previamente establecidas.

Es, pues, el laboratorio un medio indispensable en la medición y control de los niveles de calidad establecidos para los productos que se convierten en satisfactores en la sociedad de consumo.

3.- El costo de la calidad es siempre una de las áreas que -- mas polémica causa cuando no se aplica correctamente en las empre-- sas.

Es aquí donde la gerencia empresarial debe aplicar su expe-- riencia para integrar los grupos de control de calidad con los grupos productivos, ya que aplicándolo correctamente el control de calidad que incluye al laboratorio, ayudará considerablemente a la ob-- tención del producto con el nivel de calidad deseado y al costo de-- terminado.

4.- La técnica para poder determinar el tamaño y necesidades del laboratorio en una planta de detergentes, puede ser aplicada a -- fabricas de otros tipos de productos, tomando en cuenta, por supues -- to, los tipos de materia prima y procesos utilizados.

5.- El personal del laboratorio debe ser de los más responsa -- bles ya que de los resultados dados por ellos depende la ganancia o -- pérdida de la empresa.

El estar ejecutando rutinas analíticas constantemente puede--

desembocar en que los analistas bajen su eficiencia en el trabajo. Es deber de la empresa buscar y emplear técnicas motivacionales para evitar esa situación.

RECOMENDACIONES.

1.- Efectuar un estudio de mercado el cual determinará el nivel de calidad necesario para poder competir con ganancias y prestigio.

2.- Contar con un proceso eficiente fuertemente apoyado en fundamentos teóricos y prácticos que garanticen el nivel de calidad establecido.

3.- Con el análisis de mercado y selección de proceso se establece el volumen de producción.

4.- Fijar normas de calidad para la materia prima y producto terminado.

5.- Calcular la frecuencia de muestreo necesaria, haciendo uso de las técnicas estadísticas disponibles, fijando el factor de seguridad que la compañía este dispuesta a pagar.

6.- Contar con técnicas, equipo y personal analítico con un nivel de calidad que de la garantía desea por la compañía.

7.- Tomar acciones correctivas inmediatas en cuanto una variable se salga del control permitido.

8.- Formar grupos de trabajo con los analistas del laboratorio, inspectores de calidad y personal obrero, con el objeto de solucionar problemas a su nivel.

Esto sería parte de un programa motivacional de la empresa-
hacia todos sus trabajadores.

B I B L I O G R A F I A

- 1.- Paul A. Samuelson
Curso de Economía Moderna.
Editorial Aguilar. 1968. Pág. 548-551.
- 2.- Leopoldo Hurtado y Ethiel Carrera.
Investigación Mercadológica.
Instituto de Mercadotecnia y Publicidad. 1972.
Pág. 17-22.
- 3.- Antonio Sánchez Sánchez.
La inspección y el Control de la Calidad.
Editorial Limusa-Wiley S.A. 1972. pág. 15-16.
- 4.- A.V. Feigenbaum
Control Total de la Calidad
Mc. Graw Hill Book Company. 1971. Págs. 25-27 y
109-182.
- 5.- Davidsohn Better Davidsohn
Fats & Oils
Soap Manufacture
Volume I
Interscience Pub. Pág. 192-198.
- 6.- Alton E. Bailey
Aceites y Grasas Industriales 2a. Edición
Intercience Publishers, Inc. New York. 304-320.
- 7.- Fieser y Fieser
Química Orgánica
Editorial Grijalbo. 1960. pág. 502-504.
- 8.- Duncan J. Shaw
Introducción a la Química de Superficies y Co-
loides
Editorial Alhambra. 1970. Pág. 68,75-79,106.
- 9.- Samuel H. Maron, Carl F. Pruton
Principles of Physical Chemistry 4th Edition
The Macmillan Company. 1965. Pág. 805-837.
- 10.- Morrison & Boyd
Organic Chemistry 2nd Edition
Allyn and Bacon, Inc. 1967. Pág. 351 y 686.

- 11.- James A. Kent.
Riegel, Química Industrial
Ediciones Grijalbo 1964. Pág. 522-530.
- 12.- A. Davidsohn & B.M. Mildwidsky
Synthetic Detergents 5th Edition Cap. IV y V
C R C Press. Pág. 13-15.
International Scientific Series.
- 13.- Alan S. Foust, Leonard A. Wenzel, Curtis W. -
Clup, Louis Maus, L. Bryle Andersen
Principios de Operaciones Unitarias
John Wiley & Sons Inc. 1960. Pág. 435.
- 14.- Mc Cabe & Smith
Unit Operations of Chemical Enginnering 2nd -
Edition
Mc Graw-Hill Book Company. 1967. Pág. 947-950.
- 15.- Robert E. Trey Bal
Mass Transfer Operations 2nd Edition. Pág. 595
Mc Graw-Hill Book Company.
- 16.- John H. Perry
Chemical Enginnering Handbook 4th Edition
Mc Graw Hill Book Company Sección 8-11.
- 17.- Acheson J. Duncan
Quality Control and Industrial Statistics.
3rd Edition 1965. Pág. 128-131.
- 18.- Paul G. Hoel
Elementary Statistics 2nd Edition
John Wiley & Sons Inc. 1966. Pág. 148-152.
- 19.- Herbert Arkin, Raymond R. Colton.
Statistical Methods 5th Edition Pg. 154.
- 20.- William Volk
Applied Statistics for Enginners
Mc Graw-Hill Book Company Inc. 1958. Pág. 98-120
- 21.- Murray R. Spiegel
Satictics
Schaum Publishing Co. 1961. Apendix III.
- 22.- Mellor
Química Inorganica Moderna.
Editorial El Ateneo. 1955, Pág. 464-468, 577-578,
591-592.

- 23.- José A. Babor, José Ibarz Aznárez
Química General Moderna
Editora Nacional. Pág. 376-382.
- 24.- T. Allen and A. Khan
Critical Evaluation of Powders Sampling Procedures
Chemical Engineer
May, 1970, Pág. CE 108-112.
- 25.- Harry Hyman
Working With the Volume Inorganics
Chemical Engineer, Deskbook Issue, October 8, -
1973. Pág. 15-22.
- 26.- George C. Maltenfort
Que es una caja de Carton Corrugado
Laboratorio Central
Container Corporation of America Pág. 5-8B.
- 27.- Fernando Orozco
Análisis Químico Cuantitativo 5^a Edición
Editorial Porrúa CAP. IV.
- 28.- Hobart H. Willard, Lynne L. Merritt, John A. Dean
Instrumental Methods of Analysis 3rd Edition
D. Van Nostrand Company. 1958. Pág. 5-8 y 96.
- 29.- B.M. Mildwidsky
Practical Detergent Analysis
Mc Nair-Dorland Co Caps. II, III, IV, V, VII.
- 30.- Catalytic Construction Company
Método del Camino Crítico
Editorial Diana. 1972. Pág. 13-15.
- 31.- R. Alec Mackenzie
"El Proceso Administrativo en Tercera Dimensión"
Harvard Business Review
Noviembre-Diciembre. 1969. Pág. 1,2, 11-16.